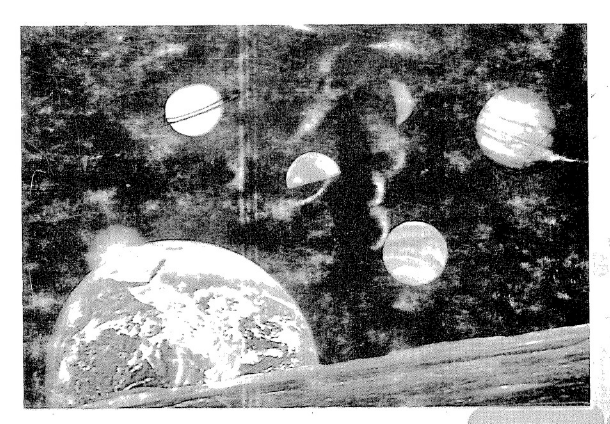
في سبيل موسوعة علمية

ـ ٣ ـ

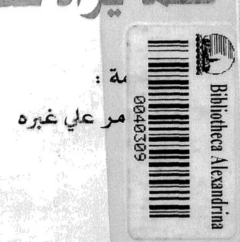


تأليف :

ن . أ . يريمنكو

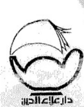


كما يراه علماء الأرض



مة :

مر علي غبره



منشورات دار علاء الدين

الكون

كما يراه علماء الأرض

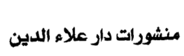
تأليف :
ن . أ . يريمنكو

في سبيل موسوعة علمية
ـ ٣ ـ

الكون
كما يراه علماء الأرض

ترجمة :
د. عامر علي غبره




منشورات دار علاء الدين

الطبعة الأولى ــ دمشق ــ ١٩٩٧
/ ١٠٠٠ نسخة /

التنضيد الضوئي : دار علاء الدين
الإخراج الفني : ناصر شهاب الدين

يطلب الكتاب على العنوان التالي :

دمشق : ص.ب : ٣٠٥٩٨
هاتف : ٢٣١٧١٥٨ ـ ٥٦١٧٠٧١
فاكس : ٢٣١٧١٥٩ ـ تلكس : ٤١٢٥٤٥

---

* إن الأفكار والآراء الموجودة في النص تعبر عن وجهة نظر المؤلف .
* يرجى ذكر اسم الكتاب في حال أخذ أية معلومة منه أو استشهاد ببعض مواده في أي بحث كان .

الأرض والكون

هل حدث لك عزيزي القارىء في إحدى الليالي الصافية المليئة بالنجوم أن استأنست بالكون ؟ فإذا كنت تعيش في شقة سكنية في إحدى المدن ، فلا تسرع إلى الڤيراندا لأنك لن ترى من خلال الأضواء المزعجة في الشوارع شيئاً وبسبب ضجة المرور لن تسمع شيئاً . لأن الاختلاط مع الكون يتطلب حالة خاصة . ننصحك بأن تقوم في إحدى الليالي التي يغيب فيها القمر برحلة إلى إحدى الحقول المفتوحة أو إلى أحد المروج في الغابة وأن تضطجع بالشكل الذي ترتاح فيه على الأعشاب العطرة وتنظر إلى القبة السماوية . فمن خلال الظلام ستتألق النجوم بإعدادها اللامتناهية بأضواء خافتة في هذا الكون اللامتناهي الأبعاد ، فكم هو صعب على الإنسان أن يتصور نهاية هذا الكون فكل ما يحيط بالإنسان له نهاية كما له بداية إلا هنا حيث لا يوجد لا نهاية ولا بداية . إننا نحاول أن نرى وأن نسمع في هذه اللانهاية وفي هذه الأبدية . فإذا استطعنا أن نتجرد من الخشخشات أو الحفيف الصادر من الأرض فلن نسمع شيئاً . إنه هدوء مطلق ولكن كم هو مخادع هذا الهدوء الذي نتصوره ففيه يولد العالم ويموت ولكن سلسلة هذه الأحداث لا تصل إلينا في الفضاء تغيب الأوساط المرنة التي تستطيع أن تنقل الأصوات ولهذا فإن الأصوات الهائلة في الكون تحدث في هدوء تام دون أن تحدث عصياناً أو ثورة على الهدوء في أجزاء الكون الأخرى .

إن التلسكوبات الضخمة الموجودة على الأرض تحاول اصطياد أية إشارة اشعاعية يمكن أن تصلها من أي ركن من الأركان المختلفة للكون . وإن أول الاشعاعات الكونية التي اكتشفت في الأرض ثم اكتشافها بواسطة العالم الأمريكي ك . بانسكي عام ١٩٣٢ الذي اقترح بأن هناك إشارات اشعاعية قد أرسلت من حضارات أخرى يمكن أن تكون قد اختفت منذ أزمان بعيدة . ولكن احتمال وجود حضارات أخرى في الكون حسب احصائيات العلماء يقترب من

الصفر فعلى ما يبدو أن الإنسانية في الكون فريدة وأن الإشارات الإشعاعية الفضائية ذات منشأ مختلف. وقد أجريت في الوقت الحاضر بحوث كثيرة على الأشعة الشمسية ، والأشعة الآتية من الأقمار ومن الزهرة والمشتري وغير ذلك من الأجرام السماوية وعدا ذلك فقد تم اكتشاف آلاف المصادر الاشعاعية في الكون .

في آذار ١٩٨٧م استطاع علماء الفلك أن يراقبوا ظاهرة نادرة جداً وهي ميلاد نجم جديد فقد أظهرت الصور الملتقطة وجود ضوء خفيف آتٍ من جسم يقع في إحدى أقرب المجرات إلى الأرض (سحابة ماجلان الكبرى) وقد أفترض أن هذا الاشعاع الضوئي آتٍ من جسم ذي كتلة ضخمة تزيد على الأقل عشرين مرة عن كتلة الشمس . وفي ١٧ آذار ظهر توهج شديد في مكان هذا الجسم البعيد جداً ناتج عن انفجار في هذا النجم ، إن عمر هذا الانفجار لا يقل عن ١٨٠ ألف سنة خلت وهو الزمن الذي تحمله الضوء لنقل هذه المعلومات إلينا وقد سجل العلماء وجود تيار ضخم من النيوترينات(*) آتٍ إلينا من خارج حدود مجموعتنا الشمسية ومن خارج حدود مجرتنا . وفي نفس الوقت استطاع العلماء التقاط أول موجة مغناطيسية أتت إلينا من أعماق الكون . وهكذا ولأول مرة تمكن الباحثون من مراقبة العملية كاملة : قبل التوهج ـ التوهج ـ بعد التوهج .

إن الأعداد الهائلة من النجوم تفتح أعيننا إلى القبة السماوية . فكم هي تلك النجوم ؟ يمكن أن نرى عن طريق العين المجردة من نصف الكرة الشمالي حوالي ٢٥٠٠ نجم ومن الكرة الأرضية ككل ٦٠٠٠ نجم وهي توجد بشكل رئيسي في مجرة درب التبانة . تؤلف النجوم منظومات المجرات ومنها مجرتنا التي تحتوي على عدة مئات من مليارات النجوم . وقد اكتشف إلى الآن ملايين المجرات الأخرى التي تزيد أو تقل بأبعادها عن مجرتنا .

إنه من الصعب جداً تخيل أبعاد المجرة فإذا كان الصاروخ يطير بسرعة ٣٠٠,٠٠٠ كم/ثا فلعبور مجرتنا من إحدى الجهات إلى الأخرى بهذه السرعة يتطلب ٨٠,٠٠٠ سنة وللقيام برحلة نعبر من خلالها فقط الأجزاء المرئية من الكون لا بد من مليارات السنين .

منذ قرون كثيرة خلت تقدم أرسطو طاليس (في القرن الرابع قبل الميلاد) بالنظرية المركزية للكون فالأرض من وجهة نظره ساكنة لا تتحرك وهي تقع في مركز الكون بينما تتحرك حولها كل الأجرام السماوية الأخرى (وقد تطلب العالم حوالي ٢٠٠٠ سنة حتى استطاع

(*) النيوترين : دقيقة أولية متعادلة ذات كتلة أصغر من كتلة الالكترون .. المترجم .

الإنسان فهم الواقع الملاحظ وهو دوران كل الأجرام الموجودة حول الأرض) في عام ١٥٤٣ نشر العالم نيكولاي كوبرنيك كتاباً « حول دوران كل الكرات السماوية » حيث بيّن فيه أن الأرض تدور حول محورها وفي نفس الوقت تدور مع كواكب أخرى حول الشمس وهكذا فكان كوبرنيك أو من وجّه ضربة قاضية للفكرة الكنسية (المعصومة من الخطأ) .

عن أي مركز للكون يمكن التكلم إذا لم يكن لهذا الكون نهاية ؟ إن كل النجوم والمجرات في حركة دائمة ولكن إلى أين يتحرّك كل هذا ؟ قام العالم النمساوي ك . دوبلر عام ١٨٤٢م بتغيير ترددات الأمواج خلال حركة المصدر أو الجهاز المستقبل فلاحظ زيادة الترددات عند اقترابهما وبالعكس حين ابتعادهما ويمكن للقارىء أن يكون قد لاحظ هذه الظاهرة أكثر من مرّة بالنسبة للأمواج الصوتية ، فبالنسبة لشخص يجلس في قطار إن صافرة القطار تصوّت في نغمة واحدة أما بالنسبة للشخص الذي يجلس على الرصيف فإن نغمة صوت الصافرة (إشارة كهربائية) تعلو مع اقتراب القطار ثم تنخفض بعد مروره مع ابتعاده . في الطيف الضوئي توجد نفس الظاهرة التي تنعكس بتحوّل خطوط الطيف إلى الناحية البنفسجية عند اقتراب المراقب أو المنبع الضوئي وإلى الناحية الحمراء عند ابتعادهما عن بعضهما . وفي عام ١٩٠٠م قام العالم الروسي أ . أ . بيلوبولسكي لأول مرة باستخدام نتيجة دوبلر من أجل دراسة النجوم حيث تبين أن خطوط الطيف للنجوم تتحوّل إلى الجهة الحمراء وهذا يعني أن النجوم معه تتباعد وهنا يمكن الافتراض بأن الكون يتمدد وهذا ما يعتقده الكثير من العلماء على الأقل بالنسبة للأجزاء المرئية لنا من الكون . إن الأساس العلمي لهذه الفرضية مفسر في أعمال ر . ز . ساغدييف .

إلى ماذا يمكن أن يؤدي تمدد الكون ؟ إن الإجابة العلمية عن هذا السؤال ما زالت صعبة ، فإننا ما زلنا لا نعرف الكثير . إذا افترضنا أن عمر هذا الكون المرئي بالنسبة لنا ١٠ ـ ١٥ مليار سنة (هناك أساس علمي لهذا الافتراض) وإن الكون يتوسع بلا حدود ، فيمكن أن نحصل على عدد من الاستنتاجات المتشائمة إلى حد ما . فعلى ما يبدو أن أضواء كل هذه الشموس تخفت وأن شمسنا سوف ينتهي تطورها الفعّال خلال عدة مليارات من السنين متحولة إلى قزم أبيض يقترب بحجمه من حجم الأرض الذي سوف يتبرّد تدريجياً . إن النجوم ذات الكتل الأكبر من كتلة الشمس سوف تعيش فترة أقل وبالعلاقة مع الكتلة سوف تتحول في النهاية إما إلى نجوم نيوترونية وإما إلى تشكيلات سوداء كثيفة في الكون ذات قوة جاذبية عالية جداً إلى درجة أن الاشعاعات الضوئية الواصلة إليها لايمكن لها أن تنعكس .

خلال 10^{32} عام سوف تفسد كل المواد المشعة بشكل كامل وتتحول النجوم والكواكب الى فوتونات ونيترونات . وحتى العمر 10^{100} سنة يبقى في العالم عملياً الالكترونات والبوزيترونات(*) . المتوزعة في الكون بكثافات ضئيلة فقط . كل هذه الفرضيات مقترنة بحرف الشرط إذا ولكن يمكن أن يكون هناك أشياء من نوع آخر يمكن أن يدل حساب نتائجها على تقلص الكون .

تدور شمسنا حول مركز المجرّة بسرعة تعادل تقريباً ٢٥٠كم/ثا ولاتمام دورة كاملة تحتاج إلى ٢٠٠ مليون سنة . أما الأرض فتدور في مدارها حول الشمس بسرعة ٣٠كم/ثا . وإذا كنّا في أحد المروج في الغابة فيمكننا فقط أن نتوقع دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق من خلال مراقبتنا إلى الحركة البطيئة لقبة السماء في الاتجاه المعاكس فنحن لا نلاحظ أبداً سرعة حركة الأرض حول الشمس ولا جريهما مع بعض حول المجرّة . إن دوران الأرض حول محورها يحدّد تغير أوقات النوم .. أما تغير أوقات السنة فيحدده دوران الأرض حول الشمس . ولكن إذا لم نلاحظ هذه الحركات بشكل مباشر فهل من المستحيل أن نراقب أي أثر لها على الأرض ؟

لقد بيّن العالم الفرنسي كوريوليس عام ١٨٣٥ أن هناك قوى إضافية تؤثر على حركة الأجسام ناتجة عن القوة النابذة لحركة الأرض فهذه القوى التي سميت باسم نفس هذا العالم (أي قوى كوريوليس) تغيّر خط سير الأجسام ، وهي تظهر بشكل أعظمي في خط الاستواء بينما تساوي الصفر في القطبين . تحت تأثير قوى كوريوليس تجرف الأنهر الواقعة في نصف الكرة الشمالي ضفافها اليمينية وهي تسعى لاجتياز الحواجز التي تصادفها عن طريق التوائها نحو اليمين بينما تنعطف الأنهر في نصف الكرة الجنوبي نحو اليسار . وهذه الحقيقة تنطبق على التيارات البحرية وتفعل نفس الشيء الأجسام المنقولة بالرياح حيث أن الرياح في نصف الكرة الشمالي تنحرف نحو اليمين وبالعكس بالنسبة للنصف الجنوبي . إن كتل المياه ، والهواء المتحركة تعتبر من العوامل الأساسية التي تؤدي إلى تغير شكل سطح الأرض فهي تؤثر بدرجة كبيرة على شكل الأرض محاولة تهذيبه وتحدد صفة وسرعة الترسيب . وهكذا فإن دوران الأرض حول محورها يقف وراء الكثير من الظواهر الجيولوجية .

وكذلك فإن تبدّل أوقات السنة يلعب دوراً أساسياً في تأثير العوامل الجيولوجية على سطح

(*) البوزترون : جسيم موجب ذو كتلة تعادل كتلة الالكترون .. المترجم .

الأرض كما يلاحظ أحياناً وبشكل واضح تأثير تغير أوقات السنة على الرسوبيات الحديثة في البحيرات والمستنقعات وتظهر التقلبات الموسمية بشكل خاص في الأشرطة الطينية المتشكلة في بحيرات الجبهات الجليدية . حيث تظهر في هذه الرسوبيات طبقات من الطين العاتم متناوبة مع طبيقات فاتحة من الغضار الرملي . ففي الصيف حيث ذوبان الجليد في أشد مراحله تنقل إلى البحيرة مواد حطامية تشكل طبقات فاتحة وعندما يتوقف ذوبان الجليد في الشتاء أو ينخفض معدل الذوبان إلى حد كبير يترسب في قعر البحيرة دقائق صغيرة من الغضار والمواد العضوية مشكلة رقائق طينية عاتمة وفي النتيجة تتشكل مجموعة من التناوبات مشابهة لتلك الحلقات السنوية التي تلاحظ في مقطع جذوع الأشجار . وكما هو الحال في الحلقات السنوية في الأشجار يمكن هنا إحصاء أوقات الترسيب وحتى يمكن التنبؤ عن المناخ الذي ساعد في الأزمان الماضية عن طريق تحديد مواصفات ومكان هذه التناوبات الرسوبية . وللأسف فإن إحصاء المواسم أو الأعوام في الصخور الرسوبية غير ممكن في معظم الأحيان حيث أن الجزء الأكبر من الصخور الرسوبية قد تشكل من توضعات ترسبت في قيعان البحار والمحيطات ، فقد جُرفت هذه الرسوبيات أو تلك قبل أن تُغمر بتوضعات جديدة أحدث منها أكثر من مرّة وأعيد توضعها . وإن سرعة الترسيب في النتيجة قليلة جداً ولا تتجاوز بضعة ميليمترات أو المئات الأولى من الميليمترات كل ألف سنة . وتسجل في الصخور الرسوبية عادة الظواهر الجيولوجية ذات الامتداد الزمني الأكبر من ذلك والمنتشرة على مساحات واسعة والتي تقود إلى تشكل سماكات كبيرة من الصخور الرسوبية على امتداد كيلومترات كثيرة . إن المظهر الخارجي لكوكبنا يتبدل باستمرار وعبر الأزمان الجيولوجية تختفي جبال وقارات بأكملها . منها ما يطفو ومنها ما ينغمس تحت مياه المحيطات وتتغير أعماق وخصائص البحار والمحيطات بشكل مستمر ويتغير كذلك المناخ حيث تظهر آثار كل هذه الظواهر الجيولوجية في الصخور الرسوبية وقد بيّن العالم السوفييتي الكبير ن . م . ستراخوف طورية تشكل هذه الصخور الرسوبية ضمن الاتجاه العام لهذه العملية غير الرجعية . إن دراسة التاريخ الجيولوجي للأرض يبيّن وجود أنظمة تغيّر دورية مختلفة للمناخ ولحركات القشرة الأرضية (الحركات التكتونية) وللأقطاب المغناطيسية للأرض وهكذا . والسؤال الذي يمكن طرحه هل لبعض هذه الظواهر المتكررة علاقة بحركة المنظومة الشمسية في المجرّة أو بالسنة المجريّة ؟

هناك العديد من العلماء مثل س.ب.ماكسيموف ، ن.يا. كونين ، ن.م.ساردونيكوف وغيرهم الذين يؤكدون أن التغيّر الدوري للحالة في المنظومة الشمسية يرتبط بالدرجة الأولى

بالسنة المجرّيّة . فحسب رأي هؤلاء العلماء أن دورية المتغيرات في الأنظمة الخارجية بالنسبة للأرض تؤثر على أشكال الأرض الخارجية وعلى شروط وجودها وتطورها . إن تأثر السنة المجرّيّة يظهر بأوضح صورة في التقلبات المناخية وفي نظام القطب الجيومغناطيسي وكذلك في تطور العضويات في العالم . معظم علماء الفحم والنفط والغاز الطبيعي يربطون هذه المواد بالعالم العضوي وبالتالي فإن نظام انتشار هذه المواد في القشرة الأرضية يمكن أن يكون كذلك مشروط بحركة الشمس حول مركز المجرّة .

تتكوّن الشمس بشكل رئيسي (٩٠٪ من كتلتها) من الهيدروجين والهيليوم اللذين ينتشران بشكل واسع في الكرة الأرضية ومن الجدير بالذكر أن العناصر المعروفة في كوكبنا لا يتم اكتشافها دائماً في الأجرام الفضائية وتوجد كذلك ظاهرة أخرى حيث يتم اكتشاف بعض العناصر أولاً في أحد الأجرام السماوية ثم يتم اكتشافها في الأرض ففي عام ١٨٦٨م اكتشف الفلكي الفرنسي ج.جانسين والانكليزي ن.لوكير في طيف الشمس خطاً ذا لون أصفر ناصع آتٍ من أحد العناصر غير المعروفة . وقد دعى هذا العنصر الهيليوم أي الشمسي من الكلمة الاغريقية هيليوس التي تعني الشمس ولم يتم اكتشاف هذا العنصر في الأرض حتى عام ١٨٩٥م حين تمكّن العالم الانكليزي رامزاي من فصل عنصر الهيليوم من فلز الكليفيت .

تبلغ الحرارة في الأجزاء المركزية من الشمس حوالي ٢٠ مليون درجة مئوية ولم يتم الحصول على هذه الحرارة في الأرض حتى الآن حتى في الانفجارات النووية . هذا وإن الشمس تشع في اتجاهات مختلفة طاقات هائلة ولا يصل إلى الأرض إلا جزء ضئيل جداً من هذه الطاقة لا يتجاوز جزئين من المليار ولكن هذا الجزء الضئيل يحدث في الأرض تأثيراً عظيماً . ويعود الفضل بوجود الحياة نفسها على الأرض ووجود الكثير من العمليات الجيولوجية التي نراها على سطح الأرض إلى وجود هذه الطاقة الشمسية . هذا وأن الفعالية الشمسية مع الزمن ليست واحدة حيث يوجد نظام دوري في ظهورها يشكل وسطياً إحدى عشرة سنة .

وتترافق الفعالية الدورية بنمو الشواظ الشمسي(*) وهذا يظهر على قرص الشمس على شكل لطخ سوداء (فكما نرى يوجد على الشمس بقع) ولكن هذه البقع متكوّنة من سحابة غاز متوهجة تتجاوز بأبعادها الكثير من المرات أبعاد كوكبنا وتظهر التوهجات الشمسية على الأرض على شكل عواصف مغناطيسية ـ حالات مغناطيسية تؤدي إلى تعطل أجهزة الراديو

(*) كتلة من الغاز تشبه السحابة تنبعث من جو الشمس الغازي ـ المترجم ـ

والأجهزة الالكترونية وأخيراً من الملاحظ أنها تؤثر على الكائن البشري . وبهذه الدورية ترتبط أيضاً أزمنة التغيرات المناخية ومن الملاحظ أيضاً وجود دورة أطول لتغيرات الفعالية الشمسية تقدر وسطياً بحوالي ٨٠ سنة . ومن الممكن أن تؤثر السنة المجرية (٢٥٠ ـ ٣٠٠ مليون سنة) أيضاً على مناخ الأرض .

الشمس :

كيف هي شمسنا هل هي كبيرة أم صغيرة ؟ ليس من السهل الإجابة عن هذا السؤال فقطر الشمس يساوي تقريباً ١٤٠٠,٠٠٠ كيلومتر أي أكبر بـ ١١٠ مرة تقريباً من قطر الأرض (حسب خط الاستواء) . ويظهر هذا تماماً ـ كما تظهر الكرة من على سطح بناية ذات عشرة طوابق . أما كتلة الشمس فهي أكبر من كتلة الأرض بـ ٢٣٢ ألف مرة (فهما كالمارد وحشرة صغيرة) ومن جهة أخرى لو وقعت في يدنا صورة فوتوغرافية لمجرتنا كانت قد التقطت من مجرّة أخرى فستجدنا نبحث بين مليارات النجوم عن بقعة صغيرة جداً تمثل نجما قزماً ذا لون أصفر وهذا النجم هو عبارة عن الشمس .

يمكن لمحبي النظر إلى السماء ليلاً أن يلاحظوا أن حجوم النجوم وشدة اضائتها مختلفة من نجم إلى آخر فعالم النجوم متنوع جداً حيث توجد نجوم أكبر من شمسنا بمليارات المرات (النجوم العملاقة) بينما توجد نجوم أصغر بعشرات ملايين المرات من شمسنا (النجوم القزمة) . يشع بعض النجوم ضوءاً أشد بعشرات آلاف المرّات من ضوء شمسنا وأخرى أقل بعشرات آلاف المرات . إن مصدر ضوء النجوم آت من الطاقة النووية الناتجة عن تحوّل الهيدروجين إلى هليوم . وبهذا الشكل يعتبر الهيدروجين مصدر الطاقة الأساسي في الكون .

لقد اعتدنا في الأرض على مقارنة كثافة المواد (علاقة كتلة الجسم بحجمه) مع كثافة الماء إن كثافة بعض النجوم العملاقة أصغر بمئات آلاف المرّات من كثافة الماء بينما كثافة بعض الاقزام البيضاء أكبر بمئات آلاف المرات من كثافة الماء . ولنتذكر من أجل سهولة المقارنة بأن كثافة الهواء أقل تقريباً بألف مرة بينما كثافة الذهب أكبر من كثافة الماء بعشرين مرة فقط .

يقع في الفضاء بين النجوم غبار متشتت وغازات مخلخلة جداً ، حيث حجم حبات الغبار صغيرة جداً ولا تتجاوز أجزاء المائة ألف من السنتيمتر . وكذلك فإن كثافة الغازات صغيرة

جداً حيث يوجد في السم٣ بعض الذرات فقط وترتفع كثافة الغازات في الممرّات المظلمة لتصبح ١٠ ـ ٢٠ ذرة في السم٣ . ويشغل الهيدروجين المركز الأوّل بين هذه الغازات ويأتي الهليوم بعده .

وعدا ذلك تصادف بعض الاتحادات الكيميائية بكميات ضئيلة وقد اكتشف قبل كل شيء CN , CH , OH ثم HC_2N , H_2CO_3 , NH_3 ثم اكتشفت جزيئات ذات ست ، سبع ، تسع ذرات من الكربون وكذلك جزيئات ماء وكبريت الهيدروجين . وقد اكتشف حتى عام ١٩٨٠ أكثر من خمسين نوعاً من الجزيئات المختلفة . وفي الفضاء أجزاء أخرى من العالم الميكروسكوبي التي هي من الصغر إلى درجة أن معرفتها صعبة جداً ، فقد تنبأ العلماء منذ خمسين سنة مضت بوجود النيترين ، إن اصطياد وتتبع هذا العنصر الكهربائي الحيادي يبدو ببساطة غير ممكن .

تسبح النيترينات في الفضاء بسرعة تقارب سرعة الضوء وبفضل السرعة العظيمة والطاقة الهائلة تمتلك هذه الدقائق قوة اختراق مذهلة فهي تنفذ تماماً إلى كل الكون ، وقد افترض سابقاً أن كتلة هذه النتيرينات تساوي الصفر ولكن العلماء السوفييت ف.ليوبيجوف ، ي . نوفيكوف ، ف.نوزيك ، ي . تريتياكوف برهنوا على امكانية حركة هذه الدقائق بسرعات مختلفة وهذا يعني أن لهذه النيترينات كتلة حتى ولو كانت متناهية في الصغر ومن المحتمل أن يحتوي الكون على الكثير من الدقائق البسيطة التي ما زالت غير معروفة بالنسبة لنا .

لكن ماذا عن مصدر الطاقة الرئيسي في الأرض :

إذا كان الهيدروجين هو مصدر الطاقة الرئيسي في الكون فإن الانسان في الأرض يستخدم بشكل رئيسي مصدراً أخراً للطاقة وهو الكربون واتحاداته المختلفة . وعلى الرغم من دأب كل بلدان العالم من أجل تطوير استخدام مصادر طاقية أخرى (الطاقة الذرية ، المائية ، الشمسية ... الخ) إلا أن الطاقة استخدمته من الفحم والنفط والغاز الطبيعي ما زالت تزيد عن ٨٥٪ من الطاقة الكلية المستخدمة .

من الصعب أن تجد أحداً يشك اليوم بطبيعة المصدر النباتي للفحم أما بالنسبة للنفط والغاز الطبيعي فما زال هناك بعض الشكوك إن معظم العلماء يعتقدون بالأصل العضوي للنفط والغاز ولكن إذا كانت اتحادات الكربون تصادف في الفضاء اليس من الممكن أن تمتلك

الهيدروكربونات (وهي المكوّن الرئيسي للنفط والغاز الطبيعي) أصلاً فضائياً ؟ هـــذه هي تماماً الفرضية التي تقـدم بها الأكاديمي عضو الأكاديميـــة الأوكـــرانيـة في الاتحـــاد السوفييتي بورفيريف ب . ف في عام ١٩٥٨ في رسالتـــه التي وجهتها إلى الفلكي الأمـــريكـــي ف هويل .

يعتبر النفط حسب هذه الفرضية مادة ذات أصل فضائي وكذلك الحديد والسيليكات والماء والهيدروجين وغيرها . حسب رأي بورفيريف إن دقائق الغبار الفضائية الأولى يجب أن تكون قد شكلت واحدات وبالتصاق هذه الواحدات يمكن أن تكون هيدروكربونات وحسب رأي هذا المؤلف هناك كميات هائلة من هذه المواد (الهيدروكربونات) في فضاء المنظومة الشمسية.

عندما يصل الكوكب إلى حجم معين تبدأ حرارته بالارتفاع تحت تأثير نشاط التفكك الاشعاعي والطاقة الحرارية فتتشكل منظومة تشبه الاسفنج حيث الجزء الهيكلي منها عبارة عن صخور سيليكاتية بينما يشغل الحديد المصهور والسوائل الخفيفة الفراغات المسامية ثم يحدث في هذه المنظومة إعادة توزيع للمواد فينتقل الحديد المصهور إلى المركز مشكلاً النواة بينما تعتصر السوائل الخفيفة بما فيها النفط والماء إلى السطح وأن الهيدروكربونات النفطية الأولية أو ببساطة المواد النفطية السائلة الداخلة بتركيب كواكب عطارد والزهرة والأرض والمريخ متناسبة مع كمية المياه الموجودة في هذه الكواكب وأن نصير : الهيدروكربونات النفطية على سطح الكواكب المذكورة مختلف . فقد تشتَّت السوائل على السطح الحار لكوكب عطارد القريب من الشمس في الفضاء الكوني . أما في الأرض فكانت هذه المواد غير مستقرة إلى حد كبير تجاه عمليات الأكسدة وتأثير الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس وبوجود الحياة حيث تشتَّت المادة النفطية واختفت دون أثر ولم يسلم منها إلاّ بقاياها الموجودة في الصخور الحاملة لمكامن النفط . أما مصير النفط في كوكب الزهرة فكان مختلفاً تماماً حيث كانت نسبته أكثر من نسبة الماء وفي الصراع بين النفط والماء انتصر الأول وهكذا تصخب المحيطات الموجودة على سطح الزهرة الآن بالنفط السائل بينما تتألف السحب الكثيفة التي تلف الكوكب بغطاء متصل من قطرات هيدروكربوناتية سائلة متناهية في الصغر مشتتة في الغازات الهيدروكربوناتية وفي ثاني أكسيد الكربون .

إن هذا شيق . أليس كذلك ؟ ولكنه للأسف ضعيف البرهان ، فإن دراسة التركيب الكيميائي للمسافات فيما بين الكواكب في عصر الفضاء الذي نعيشه ليست سيئة وقد

اكتشف كما ذكرنا أكثر من ٥٠ نوعاً من الاتحادات الكيميائية ذات تركيزات قليلة جداً ولكن لا يوجد أي أثر لهيدروكربونات سائلة ومع هذا تعالوا نتوجه إلى كوكب الزهرة ونرى إذا كان المحيط هناك يصخب بالنفط »

كوكب الزهرة :

لقد استمتعنا بالتحدث عن الكون ، وبالمناسبة فإن القبة السماوية تتابع دورانها إلى اللانهاية فإذا نظرت عزيزي القارىء عند بزوغ الفجر نحو الشرق فسترى فوق الأفق قليلاً نجماً ناصعاً وبالطبع إن هذا ليس نجماً بالمعنى الحرفي للكلمة بل هو كوكب الزهرة الجميل الذي يلمع عاكساً ضوء الشمس ويعتبر النور الذي يعكسه هذا الكوكب أقوى نوراً يصل إلينا بعد ضوء الشمس والقمر من القبة السماوية فماذا نعرف عن هذا الكوكب الجميل ؟ .

في عام ١٧٦١ وقع كل من الشمس والزهرة والأرض على خط مستقيم واحد . فمن راقب كوكب الزهرة من على الأرض وجده وكأنه يدخل من خلال قرص الشمس وقد راقب مئات العلماء هذه الظاهرة من خلال المناظير (التلسكوبات) المخترعة في ذلك الزمن ومن هؤلاء العلماء العالم الروسي م . لومونوسوف الذي لم يكن لديه حينذاك منظار ولكن كان له رأس « سليم » حيث نظر إلى الشمس من خلال زجاجة عاتمة . وهذا العالم هو نفسه الذي رأى ولاحظ مالم يلاحظه الآخرون فقد اكتشف في الزهرة الجو الممدد إلى درجة كبيرة .

يبلغ قطر الزهرة ١٢١٠٠كم أي أقل قليلاً من الأرض (٠,٩٧ من قطر الأرض) وكتلته ٩٥٪ من كتلة الأرض . أما الكثافة الوسطية فهي ٤,٨٦ غ / سم٣ . هذا وأن الزهرة يدور حول الشمس بمدار دائري تقريباً حيث تستغرق الدورة الكاملة ٢٢٥ يوماً تقريباً ويستمر اليوم هناك حوالي ٢٤ ساعة حسب التوقيت الأرضي . أما دوران كوكب الزهرة حول محوره فيتم بالاتجاه المعاكس لدوران بقية الكواكب .

لقد تمكن الانسان بمساعدة الأجهزة الفضائية ليس فقط من دراسة جو الزهرة ولكن أيضاً من التقاط صور فوتوغرافية لسطحه فتبين أن الغلاف الجوي حتى ارتفاع ٩٠ - ١٠٠كم يكوّن بشكل رئيسي من ثاني أكسيد الكربـون (٩٧٪) والآزوت (٢,٥٪)وكميات ضئيلـة من H_2O , SO_2 , CO ويعرض الاتحادات الأخرى . وقد تمّ أيضاً اكتشاف غاز الأرغون الخامل . أما بالنسبة للهيدروكربونات فلم يتم اكتشافها حتى الآن . ويتألف جو

الزهرة من غطاء مستمر حتى ارتفاع ٤٨ - ٦٨كم وهو مؤلف من هباب جوّي سائل حيث حجم القطرة أصغر بخمس مرات من تلك التي في الغيوم المكفهرة على الأرض وقد افترض العلماء ل.ف. كسانفوماليتا ، م.يا.ماركوف ، أ.د. كوزمين وجود قطرات من حمض الكبريت في طبقات الجو العليا وأملاح حموض ملحية في الطبقات من الوسطى والسفلى . وعكست محطات الزهرة -٩ ، -١٠ ، -١٣ ، -١٤ بانوراما سطح هذا الكوكب إلى الأرض حيث يتألف هذا السطح في مكان توضع المحطة من طبقات صخرية أفقية تقريباً وفيها نتوءات كثيرة بارتفاع من ١ - ٢سم حتى ٥ - ١٠سم ، واكتشفت منخفضات واسعة بأعماق ٢ - ٣كم وسلاسل جبلية بارتفاعات ٣ - ٨كم .

تشكل السلاسل الجبلية التي تدعى أحياناً بالتيارات ٨٪ تقريباً من المسافة المدروسة ويصل ارتفاع أعلى كتلة جبلية إلى ٨كم وتدعى جبل ماكسفيل وتقع في نصف الكوكب الشمالي وقد اكتشفت أعداداً كبيرة من البنيات الحلقية البركانية (باقطار حتى ٦٠٠كم) في المناطق السهلية تحيط بها « ڤالات »(*) غير متماثلة حيث الجناح الداخلي أشد انحداراً من الخارجي . قاع الفوهة مسطح وأحياناً تلي الشكل فيه شقوق . إن البنيات الحلقية المتشكلة نتيجة القذائف (البركانية والنيزكية) على سطح الكوكب تدعى (اللطمات أو استروبليم) وهي كلمة إغريقية وتعني جرح النجمة . لم يثبت حتى الآن وجود براكين نشطة على الزهرة مع أن تركيب الهواء هناك يدل على أن احتمال وجود هذه البراكين كبير جداً . إن أعلى نقطة مسجّلة في المناطق الجبلية تقع على ارتفاع ١١,٨كم بالنسبة للمستوي الوسطي لسطح الكوكب وقد اكتشفت مجموعة من الشقوق والصدوع ذات الامتداد العرضي الكبير والتي يصل طولها آلاف الكيلو مترات وهي تذكرنا بالأخاديد الأرضية ، وهي شقوق أو صدوع خندقية البنية يترواح عرضها من خمسة كيلو مترات حتى أربعمئة كيلو متراً وأكثر وغالباً ما تمتد إلى أكثر من ألف كيلو متر وينتمي البحر الأحمر إلى أحد هذه البنيات .

حددت المحطات (زهرة -٨ ، -٩ ، -١٠ ، -١٣ ، -١٤) التركيب الكيميائي للصخور وحسب معطيات ك.ب.فلوريسكي يشابه محتوى العناصر المشعة الطبيعية في المناطق الجبلية البازلت الأرضي (البازلت هو صخر بركاني عاتم) أما السهول التلية فهي مكوّنة من صخور بركانية ارجاعية . هذا وقد سجلت المحطة الزلزالية (زهرة -١٤) وجود هزتين

(*) « الڤال » هو بنية تكونية موجبة (مرتفعة) ممتدة توجد في البلاتفورما يصل طولها عشرات أو المئات الأولى من الكيلو مترات ومساحتها من ٢٠٠ حتى ١٠,٠٠٠ كم٢ المترجم .

أرضيتين (يمكن أن يكون الأصح هو القول وجود هزتين زهريتين) تتعلقان على ما يبدو بالنشاط الزلزالي لهذه المنطقة . إن الضغط على سطح هذا الكوكب يعادل مائة ضغط جوي والحرارة ٤٧٥ درجة أي أعلى بكثير من درجة الحرارة الحرجة للماء وكثير من الهيدروكربونات (٣٧٥) وهكذا فليس هناك محيطات أو بحار مليئة بالنفط ولا حتى بالماء .

كوكب عطارد :

إن عطارد هو أقرب الكواكب إلى الشمس وقد سمي بهذا الإسم إكراماً للإله الروماني القديم نصير الرحّالة والتجار وقد اعتاد الناس في القديم على مطابقة أيام الأسبوع مع بعض الكواكب والنجوم حيث عطارد يعني يوم الأربعاء أما الشمس فتعني الأحد والقمر الاثنين والمريخ الثلاثاء والمشتري الخميس والزهرة الجمعة وزحل السبت .

من الصعب لنا ولك عزيزي القارىء أن نرى كوكب عطارد في السماء فإن بعده عن الشمس حسب مداراته يتغير من ٤٦ ـ ٧٠ مليون كيلو متر ولذلك فإنه يكون دائماً قريباً من الشمس ومختفياً بأشعتها البرّاقة ويمكن رؤية عطارد فقط في ساعات الصباح الباكر أو في ساعات الغسق حيث نراه على شكل نجمة صغيرة ولكنها صفراء ناصعة إلى حد كاف .

يبلغ قطر هذا الكوكب ٤٨٦٥كم (٠,٣٨ من قطر الأرض) وتشكل كتلة ٠,٠٥٥ فقط من كتلة الأرض إنّ السنة العطاردية أقل قليلاً من ٨٨ يوماً أرضياً أما اليوم العطاردي فيساوي ٥٨ يوماً أرضياً . وبقي السؤال عن وجود غلاف جوي في عطارد موضوع جدل مدة طويلة ولم يتم حسم المسألة حتى عام ١٩٧٢ حين استطاع العالم السوفييتي ن.أ. كوزيريف أن يثبت وجود هذا الغلاف .

في ٢٩ آذار عام ١٩٧٤ استطاع الجهاز الأمريكي (مانير ١٠) الطيران قريباً من عطارد وإرسال معلومات عن الغلاف الجوي لهذا الكوكب . فالغلاف الجوي هنا مضغوط جداً ومؤلف من أرغون ، نيون وهيليوم مع خليط من الهيدروجين تصل الحرارة في النهار إلى +٥١٠ درجة مئوية وفي الليل -١٨٥°م أما الصور الملتقطة لهذا الكوكب تظهر خصائص بنيوية تذكرنا إلى حد كبير بأقرب جار بالنسبة لنا وهو القمر . وقد أظهرت هذه الصور أن المناطق العاتمة الواسعة تشبه (البحار القمرية) بالاضافة إلى وجود فوهات بركانية كثيرة ذات أقطار من ٨٠٠م حتى ١٢٠كم لا يوجد على عطارد ظروف تؤهله للحفاظ على المياه أو

الهيدروكربونات السائلة ولكن إذا لم تكن هذه الظروف موجودة في الكواكب الأقرب إلى الشمس من الأرض فهل يمكن أن تكون موجودة في الكواكب الأخرى الأبعد عن الشمس من الأرض ؟ إن أقرب الكواكب بالنسبة لنا في هذا الاتجاه يدعى المريخ .

المريخ :

سنرى إذا نظرنا ليلاً إلى السماء أن معظم النجوم تشع بلون مائل إلى الزرقة أو البياض وبينها مستو مشع بأشعة حمراء مصدرها نجمة ذات قياس متوسط وهذا يعني المريخ وعلى ما يبدو أن هذه الظلال الحمراء التي يشعها هذا الكوكب هي التي دعت الرومانيين القدماء إلى مطابقته مع إله الحرب الجيورجي مارس (أي المريخ)(*) إن قطر هذا الكوكب أصغر مرتين ومساحته أقل بعشر مرات من الأرض وتمتد السنة المريخية إلى حوالي سنتين أرضيتين (١,٨٨ سنة) أما اليوم المريخي فيساوي تقيباً اليوم الأرضي (٢٣,٣١ ساعة) .

لقد دُرِسَ المريخ بشكل جيد نسبياً وأول رحلة إلى هذا الكوكب قامت بها المحطة الفضائية السوفييتية (مريخ ١٠) عام ١٩٦٢ وبعد ذلك أطلقت محطات كثيرة بعض هذه المحطات أنزل أجهزة على سطح هذا الكوكب (مريخ ٦٠) . يلاحظ في أقطاب الكوكب بقع بيضاء (قبعات قطبية) حيث تمثلت أبعاد القبعة باختلاف أوقات السنة ، وخلافاً لما هو الحال عليه في عطارد والزهرة فإن الحرارة على سطح المريخ قليلة وهي وسطياً حوالي -٦٠° ، وفي المناطق القطبية تهبط الحرارة شتاء إلى -١٤٠° ، وترتفع في خط الاستواء في منتصف النهار لتصل من +٥° حتى +٣٠° م . أما الضغط الجوي على سطح المريخ فهو قريب لما هو عليه في الأرض ويتألف الغلاف الجوي بشكل أساسي من غاز ثاني أكسيد الكربون ٩٦٪ والأرغون . وعدا ذلك فقد تم اكتشاف أثار بخار ماء وأكسجين حيث نسبة الأوكسجين ٠,٢٪ فقط (في جو الأرض ٢١٪) ولكن لوجود الأكسجين معْنى مبدئي ، إن النباتات هي المورّد الأساسي للأكسجين في الأرض فهل يمكن أن يكون هناك حياة على المريخ ولو على شكل نباتات ؟ لم تكتشف الأجهزة العلمية الموجودة على سطح هذا الكوكب حتى الآن أية دلائل تشير إلى وجود حياة ولو بكتيرية ولهذا مازال وجود الأكسجين في الغلاف الجوي لهذا الكوكب يعتبر لغزاً . إن صورة سطح المريخ تظهر تشابها مذهلاً مع صورة سطح القمر وعطارد .

(*) المترجم .

إن سطح المريخ ليس مستوياً بل جبلياً وقد اكتشفت سلاسل جبلية ذات ارتفاعات تصل إلى عدة كيلو مترات وفوهات بركانية تشبه الاقمار والحكم عن طريق الصور الملتقطة يدل على أن بعض الفوهات ذو منشأ بركاني وبعضها ذو منشأ نيزكي وقد لوحظت بعض الصحاري الصغيرة وهي نسبياً عبارة عن مناطق سهلية توجد كل الأسس اللازمة لإفتراض أن شكل سطح المريخ تشكل نتيجة حركات نشطة لقشرته - نحن في الأرض نتكلم عن الحركات التكتونية التي تترافق غالباً مع نشاط بـركاني . إن الأخـــاديد المستقيمة ذات الأطوال من ١٠٠ - ٣٠٠ كم والعرض من ٣ - ٥ كم يمكن أن تكون آثاراً لفوالق في قشرة الكوكب وهذا أمر عـادي خـلال الحركات التكتونيـة النشطة . يتبع كوكب المريخ قمران هما فوبوس (الخوف) وديموس (الرعب) اللذان يملكان كتلتين لهما شكلان غير منتظمين ومقطع عرضي حوالي ٢٠ كم فقط وعلى سطحهما فوهات كثيرة ذات منشأ نيزكي ينهي المريخ مجموعة الكواكب التي تنتمي إليها الأرض والتي تشبه الأرض وتعتبر غير كبيرة بأبعادها .

القمر :

لقد أنستنا رحلتنا في الفضاء الحديث عن أقرب جيراننا وهو القمر (قرية حسب الأساطير الإغريقية) وهو أحد الطف الكواكب في الكون وهو يدير وجهه دائماً للأرض حياءً من أن يدير لها وجهه الآخر والسبب العلمي في هذا هو أن دوران القمر حول محوره يساوي تماماً الشهر الشمسي . فكم مرة أحببنا تغيير وجه القمر وتحوله من قرص دائري مضيء إلى هلال دقيق ما أكثر ما توجه إليه الشعراء في كل الأزمنة فهذا هو الشاعر الروسي الكبير أ.س.بوشكين يخاطبه :

شهر ، شهر يا صديقي
زجاجة ذهبية
إنك تقف في العتم الأزرق
بوجه دائري منير
والنجوم التي اعتادت حبك
تنظر إليك دائماً .

إن القمر يضيء فقط نتيجة عكسه للإضاءة ويتغير شكله بالنسبة لنا حسب موقعه بالنسبة للأرض والشمس (أطوار القمر) وتتغير هذه الأطوار بشكل دوزي منتظم كل ٢٩,٥٣ يوم

وقد استخدم الشهر القمري في كثير من الحضارات القديمة وتساوي السنة القمرية المفترضة اثني عشر شهراً ووسطياً ٣٥٤,١٤٧ يوماً . وفي نفس الوقت تساوي السنة التقويمية المفترضة (السنة الغريغورية ـ وهي الأكثر استخداماً في هذه الأيام) وسطياً ٣٦٥,١٤٢٥ يوم . في هذه الحالة تساوي السنة الكبيسة عدا يوم زائد في شهر شباط . لقد درس القمر بشكل جيد وثم رسم أطلس للأجزاء المرئية وغير المرئية من سطحه وأخيراً أن القمر هو الكوكب الوحيد حتى الآن الذي استطاع أن يصل إليه مخلوق أرضي وذلك في عام ١٩٦٩ عندما نزل على سطحه زائرا الفضاء الأمريكيان ن.ارمسترونغ وأي.أولدرين . وقد تجوّلت سفن الفضاء السوڤييتية على سطح هذا الكوكب حيث قامت بدراسته بشكل مفصل وأرسلت إلى الأرض أهم المعلومات العلمية القيّمة .

تقل كتلة القمر ٨١مرة عن كتلة الأرض وتغطي سطحه أعداد كثيرة من الفوهات ذات الأصل البركاني والنيزكي وقد افترض أن الفعّالية البركانية على سطحه قد توقّفت منذ زمن بعيد إلا أن العالم السوڤييتي أ.ن.كوزيريف استطاع في عام ١٩٥٦ أن يلاحظ وجود اشتعالات في فوهة الفونس وهذه الاشتعالات يمكن أن تدل على ظهور فعالية بركانية ضعيفة .

سجل علماء الفلك الأمريكان في عام ١٩٦٣ ثلاث انفجارات قمرية وبثت شبكة المحطات الزلزالية فعالية القمر من هذه الناحية . وهكذا فإن جيولوجية القمر لم تمت ومازال يحتفظ بطاقة في باطنه إن البقع السوداء التي ترى بوضوح من طريق العين المجردة من سطح القمر (البحار القمرية) تبين أنها عبارة عن سهول مملوءة بالبازلت أما الحقول المضيئة (القارات فهي مؤلفة من صخور أخف من الأولى (صخور الومينوسيليكاتية) .

تتشابه جميع كواكب المجموعة الأرضية مع بعضها ويمكن أن نذكر قبل كل شيء التشابه في البنية الداخلية : في المركز نواة ثقيلة غالباً حديدية بينما يتألف الغلاف الخارجي من صخور سيليكاتية أخف . نصف قطــر نواة الأرض يساوي ٣٤٧٠كم وسماكة القشرة من ٥ إلى ٧٥كم . يتوضع بين النواة والقشرة غلاف لدن يدعى المعطف تصل سماكته في الأرض إلى ٢٩٥٠كم ويميز في قسمه العلوي طبقة أكثر لدونة نسبياً تدعى الاستينوسفير وأن بنية هذا الاستينوسفير غير متجانسة فهي تغيب تماماً في بعض الأمكنة بينما تصل في أماكن أخرى إلى ٢٠٠ ـ ٢٥٠كم وتملك النواة والمعطف في الكواكب المختلفة أبعاداً مختلفة ومن الشيق جداً أيضاً وجود نوعين للقشرة في كل الكواكب التابعة للمجموعة الأرضية ـ قارية ومحيطية . طبعا هذه التسميات أرضية ، ولم تكتشف محيطات أو بحار في أي مكان عدا الأرض ولكن

في الكواكب الأخرى كما في الأرض تتوضع صخور من النوع المحيطي في المكان الذي يفترض أن تكون فيه بحار أو محيطات وتكوّن هذه الصخور بشكل أساسي من صخور بازلتية بينما تحت القارات « الحقول المضيئة » قشرة أخف نسبياً وتحتوي على كميات كبيرة من الصخور السيليكاتية .

إن البنيات الحلقية هي أحد الميزات البارزة للكواكب فإذا نظرنا إلى الخريطة الجغرافية للكرة الأرضية سوف نلاحظ المرتفعات القارية والأحواض المحيطة ويمكن أن نتتبع بسهولة المنشأت الجبلية ولكن أين هي البنيات الحلقية ؟ هل هي غير موجودة في الأرض ؟

إذا قدر لك أن تركب طائرة تطير فوق منطقة كامتشكا أو فوق مناطق أخرى ذات نشاط بركاني فسترى من نافذة الطائرة منظراً يذكرك بسطح القمر أو عطارد فلقد تم إحصاء آلاف البراكين الخامدة والنشطة في الأرض ولكن البنيات الحلقية لهذه البراكين صغيرة جداً بالمقارنة مع البنيات الحلقية ذات آلاف الكيلو مترات الموجودة على سطح جارنا الصغير جداً وهو القمر وكذلك فإن أعدادها أيضاً قليلة جداً . تعتبر البنيات الحلقية ميزة رئيسية في الكواكب الأخرى أما عندنا فإننا نلتقي بها قليلاً وفقط في المناطق الجبلية .

حاول العلماء في البداية تفسير غياب البنيات الحلقية ذات المنشأ النيزكي بوجود غلاف جوي كثيف وإن النيازك القادمة باتجاه الأرض بسرعة كبيرة تحترق غالباً في هذا الجو الكثيف بينما تصل بسهولة إلى الكواكب التي يغيب فيها الغلاف الجوي (القمر) أو ذات الغلاف الجوي المتخلخل (عطارد والمريخ) مشكلة هناك بنيات لطمية(*) ولهذا السبب يجب أن تغيب هذه البنيات من كوكب الزهرة وكأن وجودها هناك ثم اكتشافه أيضاً وعدا ذلك فإن الغلاف الجوي في الأرض والزهرة قد تشكل في مرحلة متأخرة إلى حد كاف من مراحل تطورها فيجب أن يكون كلا هذين الكوكبين قد تعرض إلى الانفجارات النيزيكية وذلك قبل تشكل الغلاف الجوي خلال مئات ملايين السنين ، فأين آثار هذه الانفجارات على الأرض ؟

لقد درس سطح الأرض بشكل جيد وقد تشكلت آلاف البعثات العلمية لدراسة كوكبنا بالطول والعرض ولكن البنيات الحلقية أختفت عن عين الانسان وبدا أنه من غير الممكن رؤيتها، والأكثر من ذلك فقد تم المسح الجوي لكل سطح الأرض مرات عديدة وهنا يجب أن تكشف الصور ماخفي عن عين الإنسان ومع هذا لم يتم اكتشاف البنيات اللطمية .

(*) نتيجة ضربة (أو لطمة) النيزك ـــ المترجم .

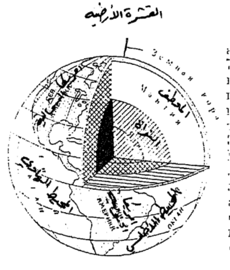
لقد اكتشفت أعداداً كثيرة غير متوقعة من البنيات الحلقية في الصور الأولى الملتقطة من الفضاء . تبدو هذه البنيات أحياناً كثيفة إلى حد كاف وترتكي الواحدة على الأخرى وأحياناً لا تلاحظها إلا العين الخبيرة في مجال حل رموز الصور الفضائية وتكون البنيات الحلقية أكثر في المناطق المغطاة بصور حديثة .

ما المشكلة ؟ لماذا لم تتمكن الدراسة المباشرة لسطح الأرض أو عن طريق الصور الجوية من اكتشاف هذه البنيات ؟ لنتكلم هنا قليلاً عن خصائص الصور الفضائية . في حالة المسح الجوي يتم تصوير مساحة كبيرة من الأرض عن طريق تراكم جزئي لصورة على أخرى في سلسلة من الصور الملتقطة المتتاليـــة . في النتيجة يتم التقاط كل صورة عن طريق إضاءة مختلفة عن الأخرى ويعلم القارىء طبعاً مدى تأثير اللعب في الإضاءة والظل على الصور الفوتوغرافية.

وخلافاً لهذا تقوم الصور الفضائية عملياً بتغطية أي مساحة من الأرض بشكل فوري ومن خلال إضاءة واحدة . ويملك أثر تعميم الأشياء المراقبة على سطح الأرض معنى أساسياً . تدعى هذه الظاهرة أحياناً وبشكل باطل « الأثر الإشعاعي » خلال المسح ذي المقاييس الصغيرة تصبح الأشياء الصغيرة غير مرئية تقريباً . وفي نفس الوقت تمتزج سلسلة توزع الأشياء في نظام محدد (والمتنوعة أحياناً بأشكالها بالنسبة لعين الإنسان على الأرض) في خطوط ومناطق وبقع تدعى لينيامينتي lenianent . وبفضل أثر التعميم يمكن ملاحظة الكثير من البنيات الجيولوجية بما فيها الفوالق ونظام الطيات المرتبطة بها من الصور الفضائية .

الكثير من « اللينيامينتي » تملك بنيات حلقية ومن الممكن أن يكون بعضها عبارة عن بنيات لطمية . وهذا يعني أن الأرض تعرّضت للقصف النيزكي كبقية الكواكب ، ولكن نتيجة لتأثير الغلاف الجوي والمائي وخلافاً لما هو عليه الحال في كثير من الكواكب تخربت البنيات الحلقية اللطمية أو اختفت من أعيننا عن طريق الترسيب ومع هذا فقد ظهرت فرضية جديدة لتفسير تشكل البنيات الحلقية على الأرض . حيث حسب هذه الفرضية يعود الفضل في حدوث أكثر البنيات الحلقية الكبيرة إلى عملية إعادة توزع المواد في المعطف ولكن مع كل هذا فإن الأصل النيزكي لبعض البنيات الحلقية لا يثير الشك . ويعتبر التجويف الموجود في حوض نهر بوبيغاي في شمال الهضبة السيبيرية الوسطى أحد الأمثلة الواضحة ويبلغ قطره حسب معطيات ف.ل.ماسايتس حوالي ١٠٠ كم وهو مرئي بشكل واضح من خلال الصور الجوية وقد تمت دراسته على الأرض .

إذا كانت البنيات الحلقية مرتبطة بظواهر عميقة في المعطف تظهر آثارها على القشرة الأرضية فيمكن أن تنسب المكامن المعدنية إلى هذه البنيات وتنعكس البنيات الحلقية في هذه المادة على شكل صعود في اتجاه الأجزاء العلوية للقشرة الأرضية للمصهورات المغماتية والمحاليل المعدنية . يمكن أن تكون البنيات الحلقية ذات المنشأ اللطمي (وقد تم تحديد الآلاف منها) مفيدة في عمليات البحث عن بعض الثررات الباطنية الأخرى .



البنية الداخلية لكوكب الأرض

تتألف الحواجز النيزيكية في البنيات اللطمية من صخور رخوة بينما تمتلىء الأحواض الداخلية بالبريش(*) .

إذا حدث أن توضعت فوق هذه البنيات صخور نفوذة فيمكن أن تتشكل في الصخور الرخوة ذات السعة الجيدة مكامن نفط أو غاز ، وحسب رأي ر.دونوفريو يعود مكمن فيوفيلد المكتشف في أمريكا الشمالية عام ١٩٦٩ إلى بنية لطمية .

تتوزع خلف كواكب مجموعتنا الأرضية مجموعة من الكواكب العملاقة . المشتري - زحل - أورانوس - نيبتون ومن ورائهم كوكب بلوتون الصغير .

المشتري :

وهو الرب العلوي عند الروم القدماء يكبر قطر المشتري قطر الأرض بـ ١١,٣ مرة أما كتلته فتكبر كتلة كوكبنا بـ ٣١٨,٤ مرة وقد اكتشف في جو هذا الكوكب الهيدروجين والميتان والأمياك والهيليوم . تساوي السنة في المشتري ١١,٣٦ مرة السنة الأرضية أما اليوم هناك فهو

(*) البريش : « Breccia » هو صخر مؤلف من شظايا زاوية متلاحمة ـ المترجم .

حوالي عشر ساعات والحرارة على سطحه أقل من مئة درجة مئوية وعلى الرغم من كل هذا تبيّن الحسابات أن المشتري يشع حرارة أكبر بـ ١,٧ مرة من تلك التي يتلقاها من الشمس ويدور حوله أربعة عشر تاجاً ، ويشبه المشتري وتوابعه فمنحه في المجموعة الشمسية . ويعتبر «يو» أحد أكبر التوابع التابعة للمشتري لمعاناً وهو أحد التوابع الأربعة التي اكتشفها غاليلو عام ١٦١٠م بمساعدة المنظار الأنبوبي . وأبعاد يو هي كأبعاد القمر تقريباً - يبلغ قطره ٣٥٠٠كم فقط ولكنه غير شبيه بالقمر حيث يوجد في يو غلاف جوّي وهذا شيء غير عادي بالنسبة للكواكب الصغيرة . وقد أظهرت الصور الملتقطة للتابع من قبل المحطة الأمريكية فويجر -١ وجود سبعة براكين نشطة تحتوي مقذوفاتها على ماءات كبريتية .

كوكب زحل :

يعتبر زحل عند الرومان القدماء حامي أو نصير الزراعة يشبه تركيب هذا الكوكب تركيب المشتري ولكن أبعاده أقل والقطر الاستوائي يساوي ٩,٤٥ قطر الأرض وكتلته ٩٥,٢ كتلة الأرض وزمن دورانه حول الشمس يساوي ٢٩,٤ سنة ومدة اليوم أكثر من عشر ساعات . يتألف جو هذا الكوكب بشكل أساسي من الهيدروجين (٨٩٪) و ١٠٪ تقريباً من الهيليوم وقد تم اكتشاف آثاراً من النشادر والميتان والإيتان والاسيتيلين .

يعتبر وجود ثلاث حلقات في المستوي الاستوائي من أهم معالم زحل وقد أظهرت الصور الملتقطة من محطة فويجر - ١ بأن كل حلقة مؤلفة من عدد كبير من الحلقات الصغيرة وعند مرور المحطة العلمية بيونير - ٢ في مجال هذه الحلقات لم تسجل أجهزتها ارتطاماً إلا مع خمس جزئيات ذات قطر أقل من عشرة ميكرونات . يملك زحل أيضاً عشرة توابع صغيرة والكثير من التوابع الصغيرة جداً أكثر هذه التوابع متعة هو تيتان حيث يعتقد أن الظروف فيه قريبة من الظروف الأرضية في مرحلة بداية الحياة وهناك رأي يقول إن جو التابع يتألف من الميتان . وبعد فشل أنصار النظرية اللاعضوية في أصل النفط في كوكب الزهرة صاروا يؤكدون أنه هنا في تيتان يمكن أن نجد أخيراً بحاراً ومحيطات من النفط ولكن بعد الرحـلات الفضائية التي قامت بها نودفويجر تحطمت هذه الأسطـــورة - يسيطر الآزوت على جو تيتان الحرارة على سطح زحل - ٥٠أم وهو بنفس الوقت يشع حرارة أكبر بـ ٢,٥ مرة من تلك التي يتلقاها من الشمس إن زيادة الاشعاعات الصادرة من زحل والمشتري تعطي أساساً يمكن من افتراض وجود طاقة ذاتية .

كوكب أورانوس وكوكب نيبتون :

يعتبر كوكب أورانوس عند الإغريق القدماء (رب السماء) بينما يعتبر نيبتون (رب البحار) وهذان الكوكبان ينيران آخر الكواكب العملاقة في المجموعة الشمسية وهما بأبعادهما أصغر إلى حد كبير من المشتري وزحل على الرغم من أنهما قريبان إليهما بالتركيب ، يكبر قطر أورانوس مثلا الأرض بـ ٤,٢ مرة بينما يكبر قطر نيبتون القطر الأرضي بـ ٣,٩ مرة . يظهر أورانوس في السماء ليلاً كنجمة ضعيفة جداً . بينما لا يرى نبتون عموماً بالعين المجردة وقد تم اكتشاف هذا الكوكب عن طريق الاحداثيات ، ذلك في عام ١٨٤٦ بواسطة العام الفلكي الفرنسي ل.ليفيري الذي أحصى الاحداثيات وانطلاقاً من الافتراضات التي تقول أن سبب الحركة غير الصحيحة لأورانوس هو وجود كوكب غير معروف .

كوكب بلوتون :

وأخيراً أن آخر كوكب معروف في المنظومة الشمسية هو كوكب بلوتون (إله العالم تحت الأرضي عند الإغريق القدماء) وقد تم اكتشافه عام ١٩٣٠م ولم يدرس حتى الآن بشكل جيد وهو يصغر بأبعاده أبعاد الأرض بثلاث مرات .

ماذا عن النيازك ؟ :

نـلاحظ أحيـاناً في الرقصـات المعروفـة للنجوم في السماء مرور خط لامع بشكل سريع (سقوط نجمة) وإن هذا عبارة عن نيازك صغيرة تطير بالغلاف الجوي بسرعة كبيرة محترقة فيه وهناك اعتقاد أنه إذا كنت نائماً في ساعة (سقوط نجمة) وكنت تفكر في أمنية معينة فإن هذه الأمنية سوف تتحقق . فإذا كان الأمر هكذا فما عليك عزيزي القارىء إلا أن تملأ كيساً من الأمنيات وتذهب في شهر آب إلى أحد الروج ، ومن المفضل الذهاب في الحادي عشر من هذا الشهر . اضطجع بشكل مريح وابحث في السماء عن مجموعة الدب الأصغر . قم بوصل وهمي لأكثر نجمين لمعاناً من هذا الخط الوهمي الواصل بين النجمة والنجمة (نجمة القطب) سوف تلمع النجمة الغول في برج بيرسي وتماماً من هنا من هذا البرج سوف يتساقط شتاء النجـــوم وما عليك إلا أن تتمكن من لمس الأمنيات في الكيس . فإذا كانت جيدة فلماذا لا تتحقق ؟ وكذلك هناك أيـــام (سعيدة) أخرى في السنة : (٣) كانون الثاني و (١٢، ٢٢ ، ٢٤) نيسان و (١٠ ، ١١ ، ١٩ ، ٣٠) تشرين أول و (١٦ ، ٢٧) تشرين

الثاني و (١٢) كانون أول . في هذه الأيام تلتقي الأرض مباشرة بأجسام نيزكية ويلاحظ تساقط غزير (للشتاء النجمي) في السماء ليلاً .

إن الالتقاء بالنيازك نادر إلى حد ما على الرغم من أنه تم جمع الآلاف منها حتى الوقت الراهن في المتاحف ويصل مجموع وزنها أطناناً كثيرة . وأحد أقدم هذه االبقايا النيزكية التي وصلت إليها يد العلماء كان قد نقلها الأكاديمي ب.بالاس من شاطىء ينيساي . ويتألف الفلز الذي منه يتكون هذا النيزك بشكل أساسي من الحديد وقد أطلقت عليه اسم باللاسيت . وقد سجل سقوط نيزكين كبيرين بالإضافة إلى عدد كبير من النيازك الصغيرة في أراضي الاتحاد السوفييتي . حيث سقط أول نيزك كبير في ١٧ حزيران عام ١٩٠٨ في منطقة بودكاميني توتغوسكا . وقد كان لسقوطه تأثير كبير ولم يترافق بتوهج باهر فقط وإنما كذلك بانفجار عظيم ، والجدير بالذكر أنه لم يتم العثور على أية بقايا حطامية في مكان سقوطه على الرغم من استمرار عمليات البحث عشرات السنين ، فعلى ما يبدو أن قوة الانفجار كانت عظيمة إلى درجة أدت إلى تحول مواد النيزك إلى غازات وغبار .

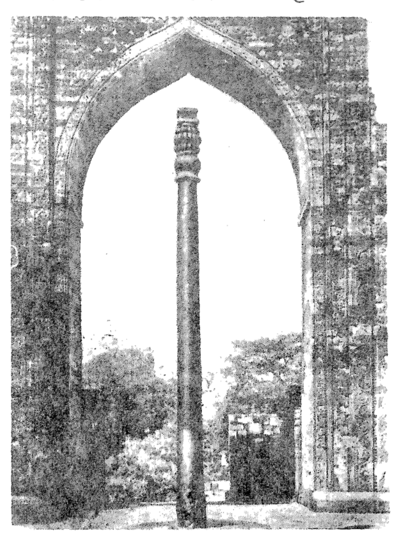
في ١٢ شباط ١٩٤٧ تساقط مطر نيزكي في سيهوتي ـ الين وعلى الرغم من أن هذا الحادث تم في وضح النهار وبوجود شمس ساطعة استطاع الكثير من السكان رؤية نيزك طائر يشع بضوء براق . وقد تم العثور على عدد كبير من البنيات الارتطامية الصغيرة في مكان وقوع الحادث باقطار حتى ٣ م وتمّ جمع حوالي خمسة أطنان من الشظايا .

كانت النيازك حتى عصر الفضاء هي المواد الوحيدة المرسلة من الكون والتي تمت دراستها بشكل مباشر . ويميز ثلاثة أنواع من النيازك : حديدية ـ حديدية حجرية ـ حجرية (هوندريت)(*)

هناك اختلاف رئيسي بين النيازك الحديدية وبين الحديد الأرضي بأنها لا تصدأ ، تحتوي هذه النيازك حتى ٩٠٪ حديد وحتى ١٠٪ نيكل . إن قابلية الطرق الجيدة وخاصية عدم الصدأ لهذه النيازك ذات المنشأ السماوي جعلتها مواد عبادة في العديد من العبادات الدينية . وقد تم في مكان ليس بعيداً عن العاصمة الهندية دلهي في القرون الوسطى بناء برج كوثاب مينار العالي وبالقرب من هذا البرج تمّ وضع عمود حديدي مصنوع من البالاسيت (المكون الرئيسي للنيازك الحديدية) يبلغ ارتفاعه حوالي ٧م حيث تأتي إليه أعداد كبيرة من السائحين من بلدان كثيرة . هناك اعتقاد يقول أنه إذا وقفت وظهرك إلى هذا العمود الحديدي وشبكة

(*) الهوندريت : هي أحجار نيزيكية على شكل كرات صغيرة لا يزيد قطرها غالباً عن ١ملم ـ المترجم .

أصابع يدك وراءه فستصبح سعيداً دائماً وسوف تنجب الكثير من الأولاد .



عامود من فلز البالاسيت (من كتاب هيوريمان)

تمّ العثور على كميات كبيرة من الأحجار النيزيكية (هوندريت : من الكلمة الإغريقية حبة) وهي تتألف بشكل أساسي من مواد سيليكاتية أي المواد الأكثر في القشرة الأرضية وعلى ما يبدو في قشرات الكواكب الأخرى التابعة للمجموعة الأرضية . من بين الأحجار النيزكية ما هو صغير (حيث لا يزيد قطرها عن بعض الميليمترات) من الممكن أن تكون هذه الأحجار قد تشكلت من السيليكات المصهور في ظروف تبريد سريعة جداً ويجلب الاهتمام بشكل خاص الكـربونات

الهدوندريتية التي تحتوي على أنواع كثيرة من الاتحادات الكربونية المتنوعة بما فيها (حتى ولو بكميات قليلة جداً) اتحادات كربونية شبيهة بالاتحادات البيتومية التي تصادف عادة في الصخور الرسوبية الأرضية يعتقد كل العلماء تقريباً بأن البيتوم هو نتيجة تخريب العضويات فمن أين أتت هذه المواد إلى النيازك إنها لغز محير فهل يمكن أن تكون النيازك والكويكبات عبارة عن حطام لكوكب كان يوماً ما شبيهاً بالأرض فيه محيطات مائية وكائنات حية ؟

إنّ هذه الفرضية ليست خيالية إلى ذلك الحد فلقد اقترحها العالم الفلكي الألماني غ.ف.أولبيرس في بداية القرن الماضي . ولقد سمي هذا الكوكب المفترض فيما بعد فيتون (futen) وهذا يعني في الأساطير الإغريقية القديمة الابن الفاسق لإله الشمس هيليوس . ففي يوم من الأيام أخذ فيتون مركبة والده الشمسية ولم يتمكن من التغلب على الأحصنة نافثة النيران فاقترب كثيرا من الأرض وكاد أن يسقط عليها فتشكل في مكان اقتراب المركبة من الأرض الصحراء الكبرى الخالية من الحياة ويعتبر وجود مدارات الكويكبات الدائرية دليلاً على وجود هذا الكوكب القديم جداً فيتون حيث توجد هذه المدارات بالنسبة للمنظومة الشمسية في ذلك المكان الذي وحسب الاحصائيات يجب أن يكون موجوداً فيه أحد الكواكب ولكن ما هو تركيب وما هي بنية هذه النيازك ؟ ألا يمكن أن تكون النيازك الحديدية هي عبارة من حطام نواة بينما النيازك الحجرية هي حطام القشرة لذلك الكوكب ؟ هل وجد في يوم من الأيام كوكب شبيه بالأرض يمكن أن يكون قد وجد عليه غلاف جوي ومائي وحياة أيضاً وإذا كان الجواب نعم فلماذا تحطم ذلك الكوكب ؟ من أين جاء الانفجار الذي حطمه إلى شظايا صغيرة ؟ إن الإجابة عن تلك الأسئلة صعبة جداً . من الممكن أن يكون الانفجار ذا طبيعة حرارية نووية ، ولكننا مازلنا لا نعرف الكثير عن الطاقة النجمية الموجودة في باطن الكواكب . هذه هي ليلتنا التي استأنسنا بها بالكون قد شارفت على الانتهاء وبدأ الضوء ينبعث أكثر وأكثر من الشرق وخمدت النجوم ولم يبقى إلا كوكب الزهرة الجميل يرسل إلينا نوره الناعم لبعض الوقت . ولكن هذا هو قد أطفأ أنواره أيضاً وقد أضاءت أشعة الشمس المرج .آلاف قطرات الندى الملونة تلمع فوق الأعشاب الخضراء الصغيرة وفي وسط المرج تقريباً ظهر حجر رمادي كبير لأنه أعتم من الندى ماهو هذا الحجر ؟ تعالوا لنقترب منه .

الحجر الرمادي

ينتصب وسط المرج حجر رمادي كبير كل مظاهره تدل على أنه غريب عن هذا المكان ، تنتشر حوله روابي خضراء ناعمة وتتناوب الرياض مع حراج صغيرة من أشجار البتولا المرحة ويظهر في طرف المرج حجر آخر شبيه ثم نرى بعيداً في الروضة التالية صخرة ملساء ، فيتشكل لدينا تصور عن تلك القوة العجيبة لتلك اليد التي استطاعت أن تنثر هذه الأحجار في كل مكان حولنا ، فأنت تذكر عزيزي القارىء المارد الأعور بوليف في شعر هومير الذي كاد أن يغرق سفن أوديسا عندما رماها بكتل صخرية ضخمة . ولكن حتى لو كان بوليف هنا من أين أتى بتلك الشظايا الصخرية ؟ تنكشف دائماً على ضفاف الأنهار وفي منحدرات الأودية صخور رسوبية : الغضاريات ـ الرمال ـ الأحجار الرملية والصخور الكلسية أحياناً . إذا نظرنا إلى ذلك الحجر الذي أمامنا بعناية سنجد أن له شكل كروي أملس ومع أن الحجر المقتطع من الصخر الأم يجب أن يتميز بزوايا حطامية حادة الشكل .

إذا صادف أن زرت أحد الأنهار الجبلية فسترى طبعاً كيف تستطيع المياه أن تنقل الأحجار الصخرية من مختلف الحجوم . ولكن هنا لا يوجد حولنا لا جبال ولا أنهار جبلية حيث تمتد حولنا روابي السهل الروسي برياضه ومروجه وأحراجه فهل يمكن إذن أن يكون هذا العمل من صنع المياه البحرية ؟ لنذكر حصى الشواطىء البحرية التي تكون فيها الأحجار مسحوجة ومصقولة بشكل جيد وتمتلك أبعاداً متقاربة وكما يقول الجيولوجيون هي الأفضل انتقاءً . تشكل الشواطىء الحصوية قطعاً مستطيلة تمتد بغير انقطاع تقريباً ، لكن هنا عندنا صخور ملساء غريبة ومفرقة في مساحات واسعة ، وأحجامها مختلفة إلى حد بعيد ـ اعتباراً من الحصى الصغيرة حتى الجلاميد الصخرية الضخمة التي تبلغ أبعادها أمتاراً كثيرة ، وكذلك ليست جميعها مسحوجة بتلك الجودة الموجودة في الصخرة التي نراها أمامنا فنجد أن هناك صخوراً ضخمة ذات زوايا حادة وكذلك حطاميات صغيرة من نوع الحصى مؤلفة من أنواع

مختلفة جداً من الصخور . لا إن هذا لا يشبه عمل البحار . لقد وجد البحر فعلاً في السهل الأوروبي من الاتحاد السوفييتي في زمن من الأزمنة ولكن هذا كان منذ زمن بعيد جداً يقدر بعشرات الملايين من السنين السالفة . أما حطاميات الصخور والجلاميد التي نراقبها الآن فهي منقولة إلى هنا منذ زمن غير بعيد نسبياً ومن الممكن أن تكون قد نقلت منذ آلاف أو عشرات آلاف السنين فقط .

إذا أمعنا النظر في هذا الحجر فنجد في بعض الأمكنة على سطحة الأملس أخاديد تذكرنا بالندب فمن سبب تلك الندب على وجه الحجر ؟

دور الجليديات :

في عام ١٨٧١م راقب عالم العلوم الطبيعية الروسي ب.أ.كروبوتكين انتشار هذه الحجارة وسماها الحجارة التائهة . وقد افترض هذا العالم أن جزءاً كبيراً من شمال أوروبا كان مغطى بمواد جليدية وقد جلبت حركة الجليديات كميات هائلة من المواد الحطامية ذات المقاييس المختلفة بما فيها الجلاميد التائهة . إن الحد المتعرج لانتشار الرسوبيات على شكل حاجز يعني حد انتشار الجليديات وقد تركت هذه الجليديات بعد تراجعها آثاراً على شكل تضاريس نهايات مورينية . وبشكل عام يسمي الجيولوجيون كل المواد الحطامية المنقولة عن طريق الجليديات المورينات أبعد قليلاً من مرجنا باتجاه الجسر العالي نجد طريقاً زراعياً يتعامد تقريباً مع الحوض الجليدي . لكن لماذا بني ذلك الجسر العالي مع أن استخدامات هذا الطريق الزراعي قليلة ؟ لا تقلق عزيز القارىء فلبناء هذا الجسر لم يضع الإنسان يده فهو من صنع الجليديات حيث تشكل خلال ذوبانها وهذا يعني نهاية الجليدية أو نهاية التيارات النهرية الناتجة عنها وهكذا أمامنا شكل جليدي مألوف .

تغطي الجليديات حالياً حوالي ١١٪ من اليابسة فقط ولكن تاريخ الأرض يشير إلى وجود عصور كثيرة كانت فيها المساحة التي تشغلها الجليديات أكبر من ذلك بكثير . يستدل الجيولوجيون على وجود الجليديات القديمة عن طريق وجود التوضعات الجليدية النموذجية في الرسوبيات مورينات وأحياناً عن طريق وجود آثار شكل تضاريس الحوض الجليدي التي لم تتخرب نهائياً .

إحدى أكبر الجليديات القديمة وجدت منذ مليار سنة مضت وقد تم اكتشافها في أمريكا

الشمالية في مناطق البحيرات الكبيرة . إن الآثار الجليدية التي نراها الآن في مرجنا قد حدثت حسب المفاهيم الجيولوجية ليس منذ زمن بعيد ـ فقط في الحقب الرباعي الذي بدأ تقريباً منذ مليون إلى مليون ونصف سنة خلت وما زال مستمراً حتى يومنا هذا . غطت الجليديات خلال هذا الزمن أكثر من مرة أجزاء ضخمة من أوروبا وكانت الجبال الاسكندنافية مركزاً لهذا الحوض الجليدي . وفي زمن التجلد الأعظمي وصلت ألسنة جليدية منفصلة عن بعضها إلى مجاري نهر دنيبر والدن .

وهكذا فقد قامت الجليديات بدور بوليف الأسطوري حيث نقلت إلى هنا جلاميد صخرية ضخمة وصقلتها وخدشتها أيضاً خلال رحلتها الطويلة . ولكن من أين جلبت الجليديات هذا الجلمود الصخري الضخم ؟ يمكننا المحاولة للإجابة عن هذا السؤال فلنقتطع من هذا الجلمود قطعة صغيرة ولننظر إليها بعناية . تشكل الحصى والرمال التي نقلتها الجليديات يوماً ما أكبر الدلائل على تاريخ الجليدية ويمكن أن تعيننا أيضاً في توقع سلوك الجليديات الحديثة في المستقبل .

صخر الغرانيت :

لقد تبين من المقطع الصخري الحديث أن هذا الحجر ليس رمادياً أبداً فقط سطحه يتغطى بطبقة رمادية قاتمة ناتجة عن التأثير الطويل للاشعاعات الشمسية والأمطار والرياح وإن لونه الحقيقي زهرياً وفي بعض الأماكن أحمر تقريباً ونجد في المقطع الحبيبي بلورات بعض الفلزات المختلفة ، فاتحة اللون أحياناً وأحياناً أخرى غامقة سوداء تقريباً . هذا هو الغرانيت البيوتيتي دراباكيفي وقد أتت تسمية غرانيت من الكلمة اللاتينية غرانوم ـ حبة دراباكيفي تعني باللغة الفنلندية الحجر الفاسد . وبالفعل فإن سطح الغرانيت يتخرب بسهولة . إذا كان القارىء قد زار لينينغراد(*) فسيكون بالطبع قد أحب هذه الصخور على ضفاف نهر نيفا أو في أعمدة كنيسة إيساكيفسكي . وليس بعيداً عن لينينغراد على شواطىء بحر البلطيق والبحر الإسباني وفي البحيرات الكاريلية يمكن ملاحظة أحجار أصيلة في المكان . على مايبدو من هنا من اسكندينافيا من مئات كثيرة من الكيلومترات نقل إلى المرج هذا الجلمود الصخري التائه . ومن أجل التعرف على الغرانيت بشكل أفضل من الأفضل النظر إليه من خلال المجهر ومن أجل هذا يجب أن تتجه إلى مخبر البتروغرافيا (بتروس = حجر و غرافو= رسم) ، ولكن لنذهب في البداية إلى المسيل لنأخذ منه بعض العينات الصخرية . يمكن أن نميز على جدار هذا المسيل

(*) سانك بيتربورغ حالياً ــ المترجم .

بوضوح ثلاث طبقات صخرية مختلفة . في الطبقة العليا ذات اللون الأبيض يمكن أن نتعرف بسهولة على الحجر الكلسي إذا وضعنا عليه بضعة نقاط من حمض ملحي سيبدأ يرغي ويتز وفي الطبقة الثانية تتوضع الغضاريات ولكنها هنا متراصة جداً وذات لون عاتم وتحت الغضاريات تتوضع طبقة من الحجر الرملي ، يقوم الجيولوجيون عادة من أجل دراسة الصخور بتحضير شليفات والشليف هو عبارة عن شريحة صخرية رقيقة (٠,٠٣ ملم) بين صفيحتين رقيقتين من الزجاج .

توضع هذه الشريحة تحت المجهر وتتم دراستها عن طريق الضوء المنعكس والضوء النافذ . نعم يمكن دراسة الشليف بواسطة الضوء النافذ فإن معظم الصخور والفلزات تسمح عندما تكون على شكل شرائح رقيقة بمرور الحزم الاشعاعية مثل الزجاج . فما هو الزجاج غير أنه عبارة عن صخور معاد صهرها ـ رمال كوارتزية ؟ . من جديد في الشريحة الصخرية تحوّل الغرانيت وتألق بكامل ألوان غاما ، ويشغل جزء كبير من حقل الرؤية بلورة زهرية من فلز الصفاح .

الفلزات والأحجار الكريمة :

الصفاح :

تعتبر فلزات الصفاح التي تنتمي إلى مجموعة الومينوسيليكات الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، الباريوم أكثر الفلزات الصخرية انتشاراً في الجزء العلوي من القشرة الأرضية وتختلف ألوان هذه الفلزات إلى حد كبير ، بيضاء ـ كريم ـ زهرية ـ حمراء ـ خضراء وغير ذلك .

وهناك عدد من فلزات الصفاح التي تستخدم على شكل مجوهرات على سبيل المثال يحفظ في متحف الأرامي ايتاج(*) عدد من مزهريات (فازات) الأمازونيت الأخضر بارتفاع حتى ٢٢سم .

تدعى الفلزات التي تنتشر بشكل واسع في القشرة الأرضية وتشارك في بنية عدد من الصخور بمكونات الصخر وقد أحصي من هذه الفلزات في الوقت الحاضر حوالي ٣٠ فلز .

(*) في مدينة سانك بيتربورغ (لينينغراد) ــ المترجم .

فلزات الكوارتز :

ينافس الصفاح في كثرة انتشاره في الصخور فلز آخر يدعى الكوارتز . لسوء الحظ لم يصادفنا في العينة التي معنا الآن إلا بعض بلورات الكوارتز إن التركيب الكيميائي للكوارتز بسيط بشكل استثنائي وهو عبارة عن اتحاد لعنصرين فقط السيليس (Si) والأكسجين (O) – SIO_2 .

إن ألوان فلز الكوارتز أو السيليكا متنوعة ومدهشة ومنها ما نراه على شكل بلورات صخرية كبيرة رائعة الجمال (كريستال صخري) ولقد اعتقد الإغريق القدماء (أرسطو طاليس) أن الكريستال هو عبارة من جليد تصخر .

كان الناس في الأزمنة الماضية يعتقدون أن للحجارة قوة سرية يمكن أن تساعد على الشتاء أو بالعكس يمكن أن تكون ضارة ، فكانوا يعتقدون أن الحجارة يمكن أن تؤثر على مصير الإنسان وهذا الرأي يتجاوب مع علم التنجيم . فعلى سبيل المثال كانوا يعتقدون أن بلورات الكوارتز الشفافة هي عبارة عن حجر سعيد وتتطابق في علم التنجيم مع برج الأسد (٢١ حزيران ـ ٢٢ آب) . تمتلك بلورات الكوارتز أحياناً لوناً دخانياً والكوارتز الدخاني يتطابق مع برج الميزان (٢٣ أيلول حتى ٢٢ تشرين أول) ويملك الكوارتز أحياناً لوناً وردياً أو بنفسجياً ويتطابق الكوارتز الزهري مع برج الثور (٢١ نيسان ـ ٢٠ أيار) والكوارتز البنفسجي (اميتيست) مع برج الحوت (١٩ شباط ـ ٢٠ آذار) . وكانوا في روسيا القديمة يثمنون عالياً بشكل خاص (في القرن السادس عشر) الكوارتز البنفسجي ذا الظلال الحمراء حيث كانوا يعتقدون أنه يشفي من الإدمان ويطرد الأفكار السخيفة ويقوي الذاكرة ويجعل الناس طيبين ويفي من الأمراض ويساعد في الصيد .

فلز الكالسيدوان :

وهناك الكثير من الاعتقادات التي تتعلق بالكالسيدوان وبعض أشكاله المتنوعة والكالسيدوان هو فلز ذو لون مائل إلى الحمرة ـ أصفر محمر وبرتقالي يذكرنا بالعقيق .

وقد اعتقدوا في الشرق القديم أن هذا الحجر يهدي السعادة والاطمئنان ويشفي من المرض والموت وقد نسب في روسيا أيضاً إلى الأحجار السعيدة وكانوا يحملونه كتعويذة ويعتقدون أنه يولد المحبة هذا وأن العقيق يتطابق مع برج الثور (٢١ نيسان ـ ٢٠ أيلول) واعتبر « عين النمر » وهو كوارتز ذو لون أصفر ذهبي أو لون ذهبي إلى بني حجر مبشر وهو يتطابق مع برج

الجوزاء (٢١ أيار ـ ٢٠ حزيران) ويعكس ذلك ألعقيق اليماني « عين الهر » الذي يتطابق مع برج الجدي (٢٢ كانون الأول ـ ١٠ كانون الثاني) والذي اعتبر حجر غير سعيد يمكن أن يجلب الحزن والكرب .

فلز الأوبال :

ويعتبر الأوبال أحد أنواع السيليكات الذي تمتزج فيه كل الألوان . لم يكن الأوبال محظوظاً فالاعتقادات حوله كانت متناقضة جداً ـ ففي بلاد الشرق كان يعتبر شعار الثقة والأمل بينما اعتقد الأوروبيون أنه يجلب الأحزان وتوجد أغنى مكامن الأوبال في استراليا . وإلى الفلزات السيليكاتية أيضاً ينسب الأغات الذي يحضر منه البروشات(*) الجميلة جداً والأشكال العديدة جداً لليشب(*) والتي تشتهر به بشكل خاص جبال الأورال . وبالمناسبة يتطابق اليشب الأحمر مع برج الحمل (٢١ آذار ـ ١٠ نيسان) وتسعد المواد المصنوعة من اليشب عين الإنسان دائماً وبالإضافة إلى كل هذا يوجد الكوارتز العادي الذي كان يستخدم أحياناً للتشعيل بدلاً عن الكبريت . هذا وأن الرمال البرّاقة التي تشع على الشواطىء هي عبارة عن حطاميات كوارتزية مصقولة .

وتتكوّن الصخور الطينية العادية أيضاً بشكل أساسي من السيليكات وقد سمى الأكاديمي أ.ي.فيرسمان عنصر السيليس أساس القشرة الأرضية ولكن إذا تذكرنا « الرسل السماوية » في الفصل الأول من هذا الكتب علينا أن نعترف أن السيليكا يلعب دوراً هاماً ليس فقط في الأرض وإنما في الكون أيضاً .

فلزات الميكا :

تظهر إلى جانب حبات الصفاح بشكل واضح صفائح محززة من البيوتيت الذي يكون بألوان خضراء مندرجة من اللون العشبي الفاتح حتى اللون الأسود تقريباً . إن الألوان الخضراء للبيوتيت (نسبية إلى العالم الفرنسي ج.ب.بيو) آتية من الأشكال المختلفة لأكاسيد الحديد . ويمكن للفلز أحياناً أن يملك ظلالاً بنية أو حمراء وذلك بسبب وجود التيتان .

ويعتبر فلز المسكوفيت ذو الصفائح الشفافة أقرب الفلزات إلى البيوتيت وقد أخذ اسم

(*) قطع زينة أو أحجار زينة على شكل شكلات تعلقها النساء على صدرها ـ المترجم .
(*) اليشب هو أحد أنواع الأحجار الكريمة ـ المترجم .

المسكوفيت قديماً من مسكوفي (موسكو) حيث استخدم المسكوفيون القدماء رقائق هذا الفلز في النوافذ مما كان يثير دهشة الزوار الأجانب . وبالإضافة إلى هذه الفلزات يصادف في الغرانيت ولكن بكميات قليلة بعض الفلزات الملونة على سبيل المثال كوروندوم . والتركيب الكيميائي لهذا الفلز عبارة عن أكسيد الألمنيوم (AL_2O_3) وهو يملك ألواناً مختلفة وذلك حسب نسبة الشوائب فيه يدعى الكوروندوم ذو الألوان الحمراء المتنوعة .

الياقوت الأحمر : وهو نادر الوجود ويعتبر أغلى من الألماز . وإذا صدقنا الأسطورة الهندية فإن الياقوت الأحمر هو عبارة عن قطرة دم أحد الآلهة سقطت في النهر « تسقط أحجار ثقيلة من الدماء في النهر وتظهر في المياه العميقة في صورة نخيل رائع ... وما زالت منذ ذلك الزمن تشتعل قطرات الدماء هذه متحولة إلى أحجار ياقوت حمراء وهي تشتعل مع حلول الظلام اشتعالا داخلياً بنيران خرافية . وتضفي أشعة هذه النيران على المياه لوناً برونزياً ، وتدعى الأنواع الزرقاء المختلفة للكوروندوم بالسابغير (الياقوت الأزرق) يصادف هذا النوع من الياقوت كثيراً في الرواسب النهرية في استراليا في ولاية كفينسليند وهو ذو قيمة عالية جداً ولا يوجد هنا معامل كبيرة للاستخراج حيث يتم استخلاصه بالطرق البدائية فتغص الأودية بمحبي صيد هذا الفلز من الطمي الطيني حتى أن هناك بعض الذين يحاولون استخدام المجارف والحفارات الأرضية ، ويمكن بعد الأمطار القليلة جمع حبات صغيرة من الياقوت الأزرق مباشرة من الرسوبيات على جانبي الطريق . فالكتلة الكثيفة من الطمي الأصفر يمكن غسلها بسهولة ، حيث تلاحظ فيها بشكل واضح حبيبات صغيرة عاتمة من الياقوت الأزرق . ويصادف في الغرانيت عدا عن ذلك بعض المزينات المختلفة وهي غالباً فلزات تشع بشكل ساطع مثل الزركون ، الغرانات ، السفين ، المونازيت ، الأباتيت ، التورمالين ، التوباز ، البيريل وفلزات أخرى أيضاً .

الزركون ــ هو من السيليكات ورمزه $Zr(SIO_4)$

وتنسب بلوراته الصافية إلى مجموعة الأحجار الثمينة وهي تمتلك بريقاً ساطعاً رائعاً فهي تتلألأ حتى أكثر من الألماز .

الغرانات : تنسب بلورات هذا الفلز الكبيرة إلى مجموعة الأحجار الثمينة ، وتدخل الغرانات ضمن مجموعة السيليكات وغالباً ما تشكل بلورات كاملة يمكن أن يُصنع منها خلي ومجوهرات حتى من دون اللجوء إلى عمليات صقلها وجلخها .

السفين أو التيتانيت : هو عبارة عن فلز ينتمي إلى المجموعة السيليكاتية ويدخل في تركيبه إلى جانب الـ SIO_4 التيتانيوم والكاليست .

المونانسيت :

هو فلز ذو تركيب كيميائي معقد إلى حد كاف ـ ملح حموض فوسفورية . غالباً ذو نشاط إشعاعي ويستخدم من أجل تحديد العمر المطلق للصخور بالطرق الرصاصية .

ينسب إلى صف الفوسفات أيضاً الأباتيت وهو يمتلك ألواناً مختلفة وأشكال وجوده متنوعة وقد أتى اسم الأباتيت نفسه من الكلمة الإغريقية إباتاد التي تعنى أخدع وتستخرج خامات الأباتيت بشكل رئيسي من هذا الفلز هيبينسكي في شبه جزيرة كولسكي ويستخدم في انتاج السماد الفوسفوري ولا ينسب إلى أحجار المجوهرات إلا الأنواع الشفافة منه .

التورمالين :

ينسب إلى قائمة الأحجار الثمينة وله تركيب كيميائي معقد جداً ويحتوي على عناصر مختلفة (Li , Ca , K , Na وغيرها) . يتغير لونه من اللون الصافي تقريباً بدون لون مروراً بالألوان الصفراء والخضراء و مسحات بنية حتى السوداء . وتصادف بعض بلورات التورمالين التي تتغير فيها الألوان بشكل تدريجي اعتبــاراً من مرحلة الشفوفية حتى اللون الأسود في النهاية ـ « رأس العبد » أو « الرأس الأسود » .

التوباز :

عبارة عن الومينوسيليكات $AL_2 (SIO_4)(FeOH)_2$ وهو أكثر الأحجار الثمينة انتشاراً . ويوجد التوباز بألوان مختلفة جداً ولكن الأكثر تقديراً هو التوباز الذهبي أو الوردي . يشكل غالباً بلورات هرمية أو موشورية الشكل . ويحفظ في ذخائر الألماز في الاتحاد السوفييتي وسام اسباني قديم (صوف ذهبي) مصنوع من ذهب براق وبريليانت وهو مرصّع في الأعلى بخمس فلزات توباز كبيرة بنفسجية لامعة في إطار ذهبي وتصف الخرافة التوباز بأنه قوة قادرة ـ تعطي الناس الطهارة والنظام والسماحة وهو يتطابق مع برج العقرب (٢٣ تشرين الأول وحتى ٢١ تشرين الثاني) .

البيريل :

هو عبارة عن سيليكات الومينية وهو ذو ألوان خضراء - صفراء أو زرقاء ولبلوراته شكل موشوري ومن أنواعه المختلفة نذكر الاكفامارين والزمرد اللذان ينسبان إلى الأحجار الثمينة والإكفارين (من اللاتينية اكفا تعني ماء - وماري - بحر) عبارة من بيريل شفاف أزرق أو أزرق مخضر . والزمرد هو أحد أثمن وأحب المجوهرات الحجرية وكان يقدر بأثمان عالية في كل الأزمان . ويحفظ في ذخائر الألماز في الإتحاد السوفييتي أزمـــرد في حجم فـــريد (١٣٦,٢٥ قيراط) في نقاء وشفافية بديعين . ويوجد أيضاً زمرد مربع كبير من كولومبيا استخدم في صناعة أحد البورشات . فهناك إطار من البرليانت على شكل وريقات العنب ويلطف الأزمرد بلورات برليانت كبيرة وبشكل هندسي دقيق معطية للبورش جمال وجاذبية رائعين .

لقد تجولنا في عالم الأحجار الكريمة المتألق وإذا كان القارىء من المهتمين بهذا العالم ننصحه بالتعرف على الكتاب الرائع للأكاديمي فير سمان ا.ي. « عالم الفلزات الشيقة » أو كتاب عالم الأحجار الثمينة في الاتحاد السوفييتي (يا.ب.سمسونوف وأ.ب.تورينغ . نسب معظم الباحثون الغرانيت إلى الصخور المغماتية النارية . وكما نعلم فإنه في باطن كوكبنا وعلى أعماق كبيرة توجد حرارات وضغوط عالية تتواجد المواد في هذه الظروف في حالة مصهورة . تدعى هذه المواد بالماغما أو المصاهير المغماتية . تستطيع الماغما أحياناً النفاذ إلى الغلاف الأرضي الخارجي حيث تتبرد هناك مشكلة صخوراً نارية ، إذا لم تصل الماغما إلى السطح وتبردت بشكل بطيء داخل القشرة ستشكل ما يسمى بالصخور الاندساسية (الأنترو زيفني من الكلمة اللاتينية « انترو التي تعني داخلي) . يمكننا في هذه الصخور رؤية بلورات فلزية كبيرة وذلك عن طريق العين المجردة (كما في الغرانيت) . وينسب إلى الصخور الاندساسية السيانيت والديوريت والغابرو وغير ذلك من الصخور . تنفذ الماغما أحياناً إلى السطح وتسيل إلى مساحات واسعة مشكلة غطاءً صخرياً . فالصبات البازلتية المعروفة منتشرة في الكثير من مناطق العالم مثل سيبيريا الشرقية والهند وعدة بلدان أخرى .

ماذا عن البراكين

يحدث أحياناً أن تنطلق اندفاعات اللافا بشكل سريع ومتكرر مشكلة في النهاية جبال بركانية . إن البركان حسب الأساطير الرومانية القديمة هو إله النار وشأن الحدادين . إذا حدث

أن زار القارىء القفقاس فسيكون قد استمتع بالطبع بهذين الجبلين البركانين الخامدين ـ كازبك والبروس ذو الرأسين . يغطي هذين الجبلين قبعات كبيرة من الثلج الدائم وفي الأحوال المناخية الجيدة يمكن رؤيتهما من بعد أكثر من مائة كيلو متر ويمكن من أعلى قمة في البروس (٥٦٣٣م) رؤية البحر الأسود وبحر قزوين في وقت واحد . ويعرف في زمننا هذا أكثر من ٦٢٠ بركان فعال منها ٧٨ فوق مستوى البحر وتقع أكثر براكين الاتحاد السوفييتي في كامتشكا ويعرف بشكل واسع بركان كلوتشيفسكي (٤٧٥٠م) حيث يستعرض هذا البركان قواه كل سنة تقريباً فيطلق اللافا والرماد و الغازات مشكلاً اختراقات في سفوحه أو مخاريط جديدة وفي عام ١٩٧٥ ـ ١٩٧٦ حدثت في كامتشكا أكبر الثورانات البركانية التي استمرت فعاليتها أكثر من سنة ونصف .

إن الثورانات الفجائية غير المتوقعة للبراكين يمكن أن تكون سبباً لحوادث تراجيدية . فيمكن أن يكون القارىء قد سمع طبعاً أو قرأ عن مدينة بومبي القديمة في إيطاليا . لقد هلكت هذه المدينة في ٢٤ آب عام ٧٩ ميلادي (القرن الأول) خلال ثورة بركان ڤيزوفي فقد انغمرت هذه المدينة تحت طبقات الرماد البركاني التي وصلت سماكتها ٧ ـ ٩ أمتار .

وقد كشفت حفريات علم الآثار عن الكثير من المعلومات الشيّقة عن هذه المدينة وعن نشأتها واستطاع علماء الآثار الوصول إلى بعض العمارات التي مازالت محفوظة بشكل جيد وتم العثور في بعض هذه الأبنية على بعض الكتابات الدينية .

وعلى الرغم من أن العلماء في الزمن الراهن نجحوا بالوصول إلى نتائج جيدة في التنبؤ عن ثورانات البراكين حيث يمكن إجلاء المواطنين في الوقت المناسب فقد تكررت الحوادث التراجيدية . وعلى سبيل المثال في كولومبيا وعلى بعد ١٥٠كم إلى الغرب من العاصمة بوغوتا في جبال نيڤادا ـ دي ـ أوتيس يتوضع بركان أريناس الذي يصل ارتفاعه إلى ٥٤٠٠م ويحاط بثلج دائم وجليديات ديل ـ رويس . لقد غفا البركان بشكل سلمي حوالي ٥٠٠ عام ولكن في ١٤ تشرين الأول عام ١٩٨٥ بدأ يثور بقوة فأدى الارتفاع المفاجىء لدرجات الحرارة إلى ذوبان سريع للثلوج وتحت تأثير التيارات المتدفقة من الجبال الحاملة معها الأحجار والرماد الحار انغمرت مدينة أزميرو مع سكانها الذين يبلغون ٢٠,٠٠٠ نسمة وقد هلك عملياً جميع السكان على مدى ١٥٠كم تقريباً .

إن عمل علماء البراكين في دراسة هذه الظاهرة الطبيعية وبشكل خاص بهدف التنبؤ باستيقاظها في الوقت المناسب يترافق بخطر كبير ففي عام ١٩٠٢ في مارتينيك التابعة لمجموعة

جزر الأنتيل الصغيرة وخلال ثورة بركان مون ـ بيليه (على ارتفاع ١٣٩٧م) لم يستغرق هلاك ٢٨,٠٠٠ نسمة أكثر من عدة دقائق . وفي عام ١٩٧٦ نشأت بعض الشكوك حول امكانية حدوث فاجعة جديدة وذلك بالعلاقة مع احتمال ثورة جديدة لبركان سوفريير في جزيرة غواديلوب وبهدف التحقق من هذه الشائعة تسلق عالم البراكين هارون تازييف مع ستة باحثين آخرين في ٣٠ آب ١٩٧٦م إلى قمة البركان ولنقرأ ماذا كتب هارون تازييف عما جرى في ذلك اليوم : « لقد أدرت رأسي نحو فوهة البركان . منذ دقيقتين كانت مجموعتنا المكوّنة من سبعة أشخاص تسير بوئام في هذا الاتجاه . فجأة لاحظت كيف تندفع غيمة من البخار من فوهة البركان باتجاه السماء ضاربة بقوة عجيبة النظام الشفاف الدقيق وقد تمددت هذه الغيمة في الأعالي وأخذت تصبغ السماء بلون أسود تراجيدي . وكانت تسقط إلى الأرض بسخاء آلاف مؤلفة من القطع الصخرية الصغيرة التي اقتلعها تيار البخار من الأعماق السحيقة بعد أن تطير مئات الأمتار فوق رؤوسنا . وعلى مساحة صغيرة حوالي ٢٠م٢ في مكان وقوفنا انهارت الحطاميات الصخرية . إنه مطر ناري حقيقي . سقط حجران صغيران على الخوذة ثم وعلى بعد سنتيمترات فقط وبالقرب من قدمي هوى جلمود صخري لا يقل وزنه عن نصف طن لقد مرت ثوان ودقائق ومع هذا بقيت حياً .

لقد استمرت القنابل البركانية وكأن الهدوء لن يعود . كأن ثورة البركان بلغت سرعة الطراد . لم يبق لنا هذا الايقاع أي أمل . في كل دفعة وفي حقل رؤيتنا كان يسقط جلمود أو جلمودان صخريان كبيران . ومن ثلاثين إلى أربعين من القطع الصخرية التي سجلتها كأحجار كبيرة (لم أحصِ أمطار الحطاميات الصغيرة) ومن فوهة البركان وعلى ارتفاع من ٢٠ ـ ٢٥م يتصاعد عمود من البخار بقطر عشرة إلى خمس عشرة متراً في كل دقيقة أتلقى لطمة ويصيبني من ٥ إلى ٦ حصيات . وبالمناسبة لقد كانت هذه الثورة شيقة جداً ومن المؤسف أنه لم يكن من الممكن رؤية كل ما يراه الرفاق . إن الانفجار هو ظاهرة يمكن أن تبلغ شدتها العملية ؟ الحد الأعظمي خلال أجزاء الثانية أما هنا فكل شيء يحدث بشكل مغاير: خلال دقيقتين ازدادت الطاقة وعند وصولها الحد الأعظمي لم تهبط إلى الصفر كما هو الحال بعد الانفجار لكنها استمرت في قوة محددة ... أبدية تامة !

لقد حدثت هذه الثورة نتيجة الضغط الزائد الذي ولده تسخين المياه الجوفية . يتجمع البخار ثم يحطم الغطاء وينطلق بضغط هائل نحو الغلاف الجوي .

هكذا انتهت الأعجوبة ـ كان من المفروض أن نكون جميعاً من الأموات ولكن بدلاً من

ذلك نهضنا جميعاً دون أن يصاب أحدنا بتشوه جدي .

لقد تولد لدي رأي أكيد أنه لا يمكن القول عن مثل هذا الثوران بأنه انفجار حيث أن هذه العملية تمتد أكثر من ثلاثين دقيقة ... »

يشكل رماد البراكين تربة خصبة جداً ولهذا كان الناس منذ غابر الزمان يسكنون في ضواحي هذه البراكين . ويرتبط بالصخور البركانية الكثير من مكامن الثروات الباطنية المفيدة : الحديد ، النحاس وغيرها من الخامات الشبيهة بالإضافة إلى الأحجار الثمينة . وهكذا فإنه من المهم جداً بالنسبة للجيولوجي التحديد الصحيح لنوعية الصخور ومناطق انتشارها ، حيث يرتبط بكل نوع من الصخور أنواع محددة من الثروات الباطنية .

الصخور الماغماتية نفسها يمكن أن تكون مواداً يمكن استخدامها في تزيين العمارات وأحياناً في صناعة التماثيل . وعلى سبيل المثال تظهر الصورة التالية تماثيل الآلهة القبلية في أمريكا الوسطى (المكسيك) المصنوعة من زجاج بركاني (ابسيديان) .



فلز الأوبسديان ــ تماثيل للألهة ــ المكسيك

إن جمال الأحجار يشبع الرغبات الأسطيطيقية عند الإنسان ويمكن التعبير عن الأمزجة المختلفة عند الانسان بمساعدة هذه الحجارة ومن المحتمل أنه ولهذا السبب تربط بالحجارة أساطير كثيرة ولنتذكر على سبيل المثال الحكاية الأورالية الرائعة عن صاحب الجبل النحاسي هذه الحكاية مدونة على شكل شعر في كتاب ب.ب.باجوف « حقة الملاخيت(*) » .

ليس من الضروري أن نسافر بعيداً لكي نتمتع بالأحجار فيمكن مشاهدة الكثير منها حتى في المدينة . ففي الكثير من العمارات تستخدم أحياناً صخور الغرانيت رائعة الجمال ، الغابرو ،

(*) الملاخيت هو أحد فلزات النحاس ذو لون أخضر ــ المترجم .

اللابرادوريت والصخور البورفيرية(*) .

لننظر الآن إلى عينة من حجر كلسي إن هذا الحجر ينتمي إلى مجموعة أخرى مختلفة تماماً من الصخور وهي الصخور الرسوبية ، تتشكل الصخور الرسوبية على سطح اليابسة وفي قعر الأحواض المائية بفضل تراكم نتاج تخريب المواد الصخرية المتشكلة سابقاً وبقايا العضويات والاتحادات الكيميائية وتقسم إلى ثلاث مجموعات : الحطامية ـ العضوية ـ الكيميائية أو الكيميائية العضوية تمر ملايين السنين قبل أن تتشكل رسوبيات بسماكة عشرات أو مئات الأمتار . وتمتلك سماكات كبيرة بشكل خاص الصخور الرسوبية المتوضعة في الأحواض التي تنغمر قيعانها خلال حركات القشرة الأرضية في الأزمنة الجيولوجية الكثيرة . ولنعود إلى عينتنا حيث نرى عدداً كبيراً من حطام القواقع وبلورات صغيرة من الكالسيت بالإضافة إلى حبيبات ومسامات وتشققات موزعة بشكل عشوائي إن دراسة هذه العينة يمكن أن تدلنا على زمن وظروف تشكل الصخر .

عمر الصخور والزمن الجيولوجي والباليونتولوجيا :

في عصرنا الذري هذا لا يراود أحدنا الشك حول امكانية تحديد عمر الصخور عن طريق التفكك الإشعاعي لبعض العناصر .. لهذا الهدف تستخدم الطرق الرصاصية والأرغونية السترونتيومية والكربونيـــة . في الطريقــة الرصاصيـــة يجري التفاعل الإشعاعي لتفكك اليورانيوم U^{238} والتورونيوم Th^{232} الذي يتشكل في نتيجته الرصاص . وفي الطريقة الأرغونية يجري تحديد العمر المطلق عن طريق نظائر الأرغون Ar^{40} الذي يصادف قبل كل شيء في أنواع الميكا الحاوية على البوتاسيوم . أما بالنسبة للطريقة السترونتيومية فهي تعتمد على تقدير كمية السترونتيوم Sr^{87} التي نحصل عليها نتيجة تفككات B للنظير الطبيعي للروبيديوم Rh^{87} . يعبّر عن أعمار الصخور عادة بملايين السنين . وفي الطريقة الكربونية تحدد كمية الكربون المشع C^{14} في البقايا النباتية . يتشكل الكربون المشع في الجو تحت تأثير الأشعة فوق النفسجية والأشعة الفضائية والهضم النباتي . كلما كانت مدة بقاء البقايا النباتية أطول كلما كانت كمية C^{14} المحفوظة فيها أقل . بهذه الطريقة يمكن تحديد العمر بدقة مئات أو حتى عشرات السنين(*) .

(*) كل الصخور المذكورة هي صخور نارية ـــ المترجم .
(*) تعتبر هذه الدقة عالية جداً ـــ المترجم .

يتم تحديد العمر المطلق للصخور عن طريق أجهزة خاصة ، عادة جهاز الطيف الكتلي الذي لايمكن وضعه في الجيب أو الحقيبة أثناء العمل الحقلي . وقد تم في الوقت الحاضر ابتكار الكثير من الطرق الأخرى لتحديد العمر المطلق للصخور . وإذا أخذنا بالحسبان النجاحات الفيزيائية الحديثة يمكن أن نأمل بأنه في المستقبل القريب يمكن للعلماء أن يحصلوا على طرق مريحة ومأمولة لتحديد العمر المطلق للصخور الرسوبية .

ولكن ما زال الجيولوجيون يستخدمون في أكثر الأحيان الطرق النسبية لتحديد عمر الصخور - الباليونتولوجيا . والباليونتولوجيا هي عبارة عن أحد فروع العلوم الجيولوجية التي تقوم بدراسة بقايا الحيوانات والنباتات المستحاثاة . نشأت هذه الطريقة في انكلترا في نهاية القرن الثامن عشر حيث بين العالم و.سميث في ١٧٩٤ بعد دراسته للطبقات الصخرية المتناوبة في جنوب انكلترا أن كل طبقة صخرية تحتوي على بقايا عضوية متحجرة تتميز عن تلك التي في الطبقات الأخرى . سمح هذا الاكتشاف برسم خرائط فوضح عليها الانتشار المتكشف على السطح لكل طبقة . وهكذا وجد رسم الخرائط الجيولوجية .

وينسب الكثير من الباحثين ولادة الجيولوجيا كعلم إلى هذا الحدث تحديداً . غالباً ما تحفظ بقايا حيوانية ونباتية في الرسوبيات التي تتحول إلى صخور . وقد تكشفت هذه البقايا على شكل متحجر أو على شكل انطباعات في معظم الصخور الرسوبية . تتغير ظروف الحياة على الأرض مع الزمن ومع تغير هذه الظروف يتغير معها أيضاً العالم الحيواني والنباتي . بعض الكائنات العضوية والنباتية يفنى ويحل محله أشكال أخرى أكثر تلاؤماً مع الظروف الجديدة وكلما كانت المتعضيات أكثر بساطة كلما كانت أكثر تحملاً لتغيرات الظروف الجديدة . لهذا فإن أبسط الكائنات العضوية الحديثة تكون غالباً شبيهة بالقديمة . أما العضويات الأخرى فهي مؤهلة للعيش في هذه الظروف أو تلك وفي هذه العصور الجيولوجية أو تلك فيؤدي تغير هذه الظروف إلى هلاكها . وتملك أهمية خاصة بالنسبة للجيولوجي الأشكال القابلة للهلاك حيث يمكن أن تعطيه امكانية الحكم على مرحلة الحياة الجيولوجية على الأرض التي تتصف بأشكال محددة لعالم الكائنات العضوية والنباتية . يسمي الجيولوجيون هذه البقايا العضوية المتحجرة بالأشكال الدالة .

في عام ١٨٥٩ قدم تشارل داروين نظرية تطور العالم العضوي من الأشكال البسيطة إلى الأشكال الأكثر تعقيداً ، وقد سمح استخدام هذه النظرية في علم الباليونتولوجيا برسم جدول الزمن الجيولوجي النسبي تتصف أكبر القطاعات الزمنية في هذا الجدول بتطور بعض الأنواع

العضوية وهلاك بعضها الآخر وتسمى بالحقب وتسمى التوضعات الرسوبية المتشكلة في حقب معين مجموعة أو زمرة . وأقدم الأحقاب الجيولوجية هو الحقب الأرخي (أرخيوس - قديم) ويعتقد أنه تغيب عن صخوره بقايا عضوية حقيقية غير أنه في السنوات العشر الأخيرة أثبت الاكاديمي ا.ف.سيدورينكو وجود حياة مجهرية في هذا الحقب يأتي بعد الحقب الأرخي حقب البروتيروزوي (بروتيروس أول ، زوي - حيات) ثم الباليوزوي (باليوس - قديم) ثم الميزوزري (ميزوس - وسط) ثم الكاينوزوي (كاينوس - جديد) حيث ظهر الإنسان في نهاية هذا الحقب (الرباعي) .

إن دراسة طبقات الصخور الرسوبية وما تحتويه من متحجرات خطوة خطوة كما في صفحات الكتاب مكنت الجيولوجين من بناء أو تصوير تاريخ تطور الحياة على الأرض وتاريخ تطور القشرة الأرضية . إن هذا التاريخ بالطبع ليس كاملاً دوماً ، حيث اختفت صفحات كثيرة بسبب الانقطاعات أو إعادة التشكيل حتى التغير بشكل كامل .

نصادف في عينتنا الصخرية التي اقتطعناها من صخر كلسي بقايا قواقع رخويات وقنافذ وغيرها . هذه الحيوانات استطاعت أن تعيش فقط في ظروف بحرية وقد انتشرت بشكل واسع في زمن الكربوني الأوسط من حقب الباليوزوي . وهكذا فمن هذه العينة الصخرية الصغيرة التي بين أيدينا يمكن أن نستنتج استنتاجين على الأقل : الأول هو أن الصخر تشكل في البحر من رسوبيات بحرية وينتمي إلى مجموعة الصخور العضوية والثاني هو أن الزمن النسبي لتشكل الصخر يعود إلى الكربوني الأوسط من حقب الباليوزوي وإذا درسنا الصخور ذات العمر الواحد في مساحة كبيرة يمكننا تحديد حدود انتشار البحر - الزمن المناسب ونقل هذه المعلومات إلى الخريطة ويدعى هذا النوع من الخرائط بالخرائط الباليوجغرافية ويبين الرسم الخريطة الباليوجغرافية للكربوني الأوسط للجزء الأوربي من الاتحاد السوفييتي وطبقاً لهذه الخريطة فإن الجزء الأعظم من المساحة كان مغطى بالمياه البحرية .

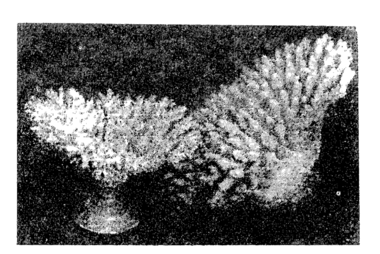
لكن كيف كان هذا البحر ؟ هل وجدت فيه تيارات بحرية وإذا كان الجواب نعم فما هي اتجاهات هذه التيارات ؟ كيف كانت حرارة وملوحة المياه . ما هو التركيب الكيميائي للأملاح ، ما هو عمق البحر في مكان أخذ العينة وما هو بعد هذا المكان عن الشاطىء ؟ لأول وهلة يبدو أن الإجابة عن كل هذه الأسئلة التي تتعلق بالبحر الذي اختفى منذ ملايين كثيرة من السنين شيء مستحيل لكن تطور العلم والمجهود الكبير الذي بذله ويبذله العلماء يسمح غالباً بايجاد الأجوبة المناسبة . وفيما يلي سنحاول من خلال الأمثلة البسيطة أن نبين بعض

الطرق للإجابة عن هذه الأسئلة الموضوعة .

إن ميزة وجود العضويات الحية هي قدرتها على التكيّف مع الوسط المحيط وعند الأنواع المختلفة تتشكل دلائل معينة تميز الوسط المحيط الذي توجد فيه . ويمكن أحياناً التعرف على هذه الدلائل أو الصفات في البقايا المتحجرة . على سبيل المثال الرخويات التي توجد في الرمال الضحلة في مكان اضطراب الأمواج في الشاطىء تملك قواقع سميكة وإلا فإنها ستهلك بالتأكيد أما الرخويات الموجودة في القيعان في ظروف بحرية هادئة فتكتفي بقوقعة دفاعية رقيقة . إن خصائص توزع القواقع والبقايا العضوية الأخرى في العينة يمكن أن تدلنا على اتجاه التيارات . إذا كانت العينة الكلسية تحتوي على كمية كبيرة من الرمال فهذا يدلنا أنها على ما يبدو ليست بعيدة عن الشاطىء الذي نقلت منه هذه المواد الحطامية أو على وجود تيارات قوية نقلت الرمال إلى البحر . أما وجود الدقائق الغضارية فقط فيدلنا على وسط هادىء وبعيد عن الشاطىء .

إن بعض الكائنات الحية حساس إلى حد جيد من ناحية ملوحة المياه ، فبعضها لا يستطيع العيش إلا في المياه العذبة وبعضها الآخر يعيش فقط في المياه البحرية المالحة . وهكذا فإن التركيب الكيميائي للهياكل يمكن أن يدل على التركيب الكيميائي لأملاح البحار القديمة . وتأخذ الكائنات الحية المواد الأساسية لتركيب هياكلها أو قواقعها من المياه فإذا كان الهيكل كلسي كما في حالتنا فإنه يدلنا على وجود كميات لا بأس بها من كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) المحلولة في الماء ، أما وجود الهيكل السيليسي (كما في الراديوليت) فيدل على ارتفاع نسبة محاليل السيليس ويتعلق انحلال أملاح السيلسيوم والكالسيوم بدرجة الحرارة . ففي المياه الباردة نسبة الأملاح السيليسية أعلى ولهذا فإن التركيب الكيميائي للبقايا العضوية يمكن أن يستخدم كدليل ليس فقط على تركيب المياه وإنما أيضاً على درجة حرارتها ، لننظر إلى الكائنات الحية الحديثة التي تشكل الجزر المرجانية ، إنها متقلبة الأطوار إلى حد كاف وهي تحب الضوء والمياه النظيفة الدافئة وأكثر الحرارات المناسبة لها ٢٠ ـ ٣٠ْم وعمق البحر حوالي ٢٠م . إذا انغمس جزء البحر الذي تتعلق به المرجانيات فستحاول الحفاظ على أكثر الأحوال أو الظروف المناسبة « فتتسلق » إلى الأعلى مشكلة جزراً مرجانية فريدة وحادّة إن هذه الجزر مبعثرة على مساحات واسعة من المحيط الهادي والمحيط الهندي . على سبيل المثال في جزر لاكاد بالقرب من الشاطىء الغربي للهند . تظهر الصورة عينات لمستعرات مرجانية التقطها المؤلف من أحد الجزر المرجانية في لاكاد . إذا كان قاع البحر مستقراً فسيكون للجزر المرجانية

أشكال انتشار واسعة على سبيل المثال مجموعة جزر مالديف في جنوب غرب الهند .



مرجانيات حديثة . الهند ـ جزر لاكاد

كثيراً ما تمتد الشعب والجزر المرجانية في البحر على طول الشواطىء اليابسة مشكلة حاجزاً مستمراً تقريباً ـ حاجز الشعب المرجانية . وأكبر حاجز من الشعب المرجانية معروف يقع في شمال شرق الشواطىء الاسترالية في بحر كوراتوي (٢٣٠٠كم) . وتساعد هذه الحواجز الطبيعية الرائعة على حماية الإنسان . تمتلك المرجانيات عادة ألواناً بيضاء ، صفراء فاتحة أو خضراء فاتحة ولكنه يصاف أحياناً (كما في البحر الأحمر) مرجانيات ذات ظلال حمراء أو زهرية . تستخدم هذه المرجانيات في صناعة المجوهرات حيث يحضر منها الخرز .

ما هو الزمن الذي تحتاج إليه المستعمرة المرجانية كي تبني منشأة تعلو فوق قاع البحر أحياناً أكثر من ألف متر ؟ إن المستعمرات المرجانية تنمو بسرعة كبيرة وهذا غالباً ما يكون خطيراً بالنسبة للملاحة . ففي كثير من الأحيان تظهر في الخرائط البحرية أعماق كبيرة مناسبة للملاحة ثم تظهر فجأة في طريق السفن شعب من المرجانيات تحت مائية . يتطلب بناء المستعمرة المرجانية زمناً طويلاً على سبيل المثال وطبقاً للأبحاث المشتركة مع الجيولوجي الهندي د.داتا وجدت الشعب المرجانية اللاكادية في الميزوزوي الأعلى أي منذ مالا يقل عن ٨٠ مليون سنة مضت وليس في هذا شيء مدهش فالمتعضيات المشكلة للشعب وجدت على الأرض منذ الباليوزوي المبكر . تتوضع في الرسوبيات القديمة أعداد كبيرة من الشعب المنفردة التي تشكل مع بعضها حواجز شعبية . وإذا حدث أن زار القارىء بشكيريا وزار برد أورال

فيمكن أن يكون قد لاحظ وسط السهول قمم شيخان ذات الأشكال المخروطية والشيخاني كما يدعونها في هذا المكان هي عبارة عن شعب صخرية تعود إلى الباليوزوي الأسفل كانت مطمورة في يوم ما تحت رسوبيات سميكة ثم ظهرت على السطح من جديد .

وقد وجدت بفضل تطور العلم طرق أخرى لتحديد الحرارات القديمة فقد تبين أن هناك علاقة بين نسبة المغنزيوم والكالسيوم في قواقع بعض أنـواع الرخـويات حيث تتغير هذه النسبة مع تغير حـرارة الوسط . وفي عام ١٩٤٧ اقترح غ. يوري استخـدام نظائر الأكسجين O^{18} , O^{16} في قواقع الرخويات لهذا الغرض . ويمكن بهذه الطريقة تحديد درجة حرارة مياه الأحواض القديمة بدقة عالية تصل إلى درجة مئوية واحدة .

إن كل الجيولوجيين في روحهم فنانين وشعراء وإلى حد ما خياليين ولكنهم لا يقومون بالدراسات العلمية الصعبة وإعادة بناء الظروف الباليوخغرافية من أجل أحاسيسهم الجميلة أو خيالاتهم فلم يحتاج غ.أولاس إلى عربة زمنية لكي يبين أنه في مكان ما في سيبيريا على شاطىء بحر الكمبري الذي وجد منذ ٥٠٠ مليون سنة . يمكن وصف اللوحة الكئيبة عديمة الحياة على اليابسة وعالم الكائنات العضوية البدائية في هذا البحر بدقة علمية عالية بشكل متتابع بدون آلة زمنية . في دور الكمبري كان الأكسجين ما زال غائباً عن الغلاف الجوي وقد تراكم بعد ذلك بزمن كبير وأصبحت النباتات الأرضية هي مصدره أما الغنى الكبير في النباتات فقد بدأ يتطور فقط في الديفوني أي منذ حوالي ٣٠٠ مليون سنة خلت .

الثروات الباطنية :

إن أهم شيء في حياة الجيولوجيين هو التطبيق العملي ووظيفتهم الأساسية هي تأمين البلاد بالخامات الفلزية . يمكن أن يكون القارىء قد التقط يوماً ما في يديه قطعة من الفحم الحجري وأن يكون قد لاحظ حين التمعن بها وجود انطباعات ورقية - تحجرات قطع خشبية وغيرها وأحياناً آثار نباتية واضحة إلى حد كبير . لقد ظهرت المواد المكوّنة للفحم كما يقول العلماء في حقب الباليوزوي الأوسط (في نهاية دور الديفوني) لذلك فإن البحث عن مكامن الفحم في الصخور الرسوبية المتوضعة في الأدوار أو في الفترات الزمنية الأقدم من هذا الدور يعتبر بلا فائدة ومن أجل ايجاد مكامن الفحم لابد من الدراسة الجيدة لباليوخغرافية التوضعات وتوضيح أماكن تراكم وحفظ النباتات . إن أكثر الظروف ملائمة هي في شواطىء مستنقعات المناطق المنخفضة وأحياناً في المياه البحرية قليلة العمق . على الرسم يظهر مقطع مكمن كوركينسك

في حوض تشيليابينسك الفحمي . تملك الطبقات الفحمية هنا سماكة من ٥٥ ـ ٢٠٠م . وإلى الأسفل مع ازدياد العمق تنقسم الصخور الفحمية إلى طبقات رمادية حيث تحافظ على قيمة عملية وعلى ساحات واسعة .

ليس من الصعب العثور على فراغات سامية في عينات الحجر الكلسي المرجاني حتى في القديمة منها هذه الفراغات استطاعت البقاء في مكان الأجزاء الرخوة من الحيوانات . وأحياناً يمكن أن تحـدث الفراغـات في وقت متأخر بفعل التأثير الحال للمياه . وتدعى هذه العملية بالتصويل (أي الفصل عن طريق الغسل)(*) ولنتصور الآن كيف تبدو الشعب المرجانية القديمة على سبيل المثال الشيخاني المغمورة بالصخور الرسوبية ـ بماذا تمتلىء الفراغات ؟ يمكن لهذه الفراغات أن تمتلى بالمياه أو النفط أو الغاز . هذه الفلزات الثلاثة (طبعاً فلزات في حالة سائلة أو غازية فقط) تعتبر ثروات باطنية قيمة .

مازال النفط والغاز الطبيعي يعتبران المصدرين الأساسيين للطاقة واللذان بدونهما لا يمكن أن يتطور الاقتصاد الوطني وفي الأتحاد السوفييتي اكتشف النفط والغاز القابل للاشتعال في البداية في الطيات الصخرية المطمورة بين الأورال والفولغا في عام ١٩٢٩م ، ثم في ايشيمبايغو في عام ١٩٣٢ ومن هذه المكامن تحديداً بدأ استخدام وتطوير المناطق الغازية والنفطية في الفولغا ـ أورال التي تدعى أحياناً باكو الثانية . هذا وأن مكامن النفط والغاز الموجودة في الطيات أصبحت معروفة في كثير من البلدان (الشرق الأدنى ـ الولايات المتحدة ـ المكسيك) لنتصور أننا اقتطعت جزءاً من القشرة الأرضية يحتوي على صخور مطمورة مع مكمن نفطي . تأخذ المكان المكامن في أعلى المحدبات وعندما تمتلىء المساحات الصخرية بالمياه يطفو النفط والغاز إلى الأعلى ويتجمعان بالتدريج في الأجزاء العليا من المحدب . هذا ويجب أن تغطى الصخور الحاملة للنفط من الأعلى بصخور غير نفوذة أما في الحالة المعاكسة فسيطفو النفط والغاز عبر المسامات والشقوق إلى سطح الأرض . يسمي الجيولوجيون جزء الصخور المسامية الذي يمكن للنفط والغاز أن يتراكم به بالمصيدة . والصخور الكتيمة التي تغطي المكمن من الأعلى بالغطاء.

الحجر الكلسي والفلزات الكربوناتية

تستخدم بعض أنواع فلزات الكالسيت الكربوناتية ($CaCO_3$) ذات الأصل العضوي على سبيل المثال اللؤلؤ في صناعة المجوهرات وتقدر بأسعار عالية ، إن ألوان اللؤلؤ عدا اللون الأبيض

(*) المترجم

الذي يعتبر أثمنها هي صفراء وزهرية وأحياناً سوداء . أما أشكال اللؤلؤ فهي كروية وكلما كان شكلها أقرب إلى شكل الكرة كلما كانت قيمتها كبيرة . إن الجمال الرائع للؤلؤ (الدر) يأتي من البريق الناتج عن تشتت الضوء بسبب عدم تجانس صفاته الضوئية . إن تلألؤ الدر يمكن تفسيره بسبب وجود طبقات صدفية رقيقة مؤلفة من بلورات دقيقة جداً من الأرغونيت ($CaCO_3$) ذات الشكل المعيني . ويتكون الدر داخل القواقع في أجسام بعض الرخويات . من أجل حماية الذات تلف الرخويات الحبات الرملية أو الأجزاء الصغيرة الضارة التي تصل إلى داخلها بالأصداف . وقد انتشر في الوقت الحاضر الدر الصناعي وخاصة في اليابان . وينتج الدر في الأتحاد السوفييتي في كامتشاتكا حيث يسمح التركيب الميزالوجي (الفلزي) المتنوع للمياه بالتفاؤل بأن أصداف الدر النامية تملك كل الامكانيات اللازمة ليكون لها كل الألوان الممكنة ، فهي نهر مناسب مع كل الأذواق .

إن الحجر الكلسي نفسه يعتبر ثروة ثمينة إلى حد كبير فهو يستخدم في علم الفلزات (الصّهور) وفي الزراعة ولكنه يستخدم بشكل رئيسي في مواد البناء . لنتذكر الآن الأحجار الكلسية البيضاء في موسكو . لقد ظهرت الأبنية المصنوعة من الصخور الكلسية المنقولة من ضواحي موسكو في القرن الرابع عشر حيث من القرن الرابع عشر وحتى القرن السادس عشر تم في المدينة وضواحيها بناء الكثير من الكنائس والأديرة المبنية من الأحجار . وكانت غالبية أبنية موسكو حجرية على الرغم من المرسوم الصادر ١٧٠٤م من أجل إقامة الأبنية الحجرية فقط في مركز المدينة . وفي زمن الحرب الأهلية عام ١٨١٢م احترق ثلثا أبنية المدينة ، بعد هذا الحدث بدأت أعمال بناء المدينة تسير بشكل اسرع حسب مخطط المهندسان المعماريان و.ي.بوف و د.ي.جيليارد حيث كانت الأحجار الكلسية المنقولة من الضواحي تستخدم بشكل كبير فحصلت موسكو على غطائها الحجري الأبيض الذي يبدو لنا أحياناً وكأنه ينغمس إلى أعماق كبيرة وقد جعله الاسمنت المصنوع من الكالسيت أكثر تراصاً وهو يذكرنا بالمرمر ـ الحجر الكلسي ذو المظهر المرمري ويستخدم في أكثر الأحيان في أعمال البناء في الكساء ففي أحد ردهات محطة مترو تاغانسكي جميع الأعمدة مكسوة بالحجر الكلسي المرمري المنقول من ضواحي موسكو .

ليس دائماً يتشكل الحجر الكلسي من هياكل العضويات الهالكة فهناك أنواع عديدة متراصة ومتجانسة بشكل كاف تحدث عن طريق سقوط الكربونات ($CaCO_3$) في الرسوبيات بالطرق الكيميائية . وتتشكل في الكهوف أنواع مختلفة من الصخور الكلسية ذات

الأصل الكيميائي ـ الصواعد والنوازل وقد اكتشف الجيولوجيون في العقود الأخيرة عدداً كبيراً من الكهوف ذات الصواعد في مناطق جبلية كثيرة من العالم .

الصخور الملحية :

تملك الصخور المكونة من رسوبيات كيميائية انتشاراً واسعاً في القشرة الأرضية ونلتقي يومياً بمثل أحد هذه الصخور عند جلوسنا حول طاولة المائدة . طبعاً الحديث يدور هنا حول ملح الطعام (NaCa) وتتشكل الصخور ذات المنشأ الكيميائي قبل كل شيء في الأحواض المائية من جراء الترسبات الملحية .

توجد كميات هائلة من الاحتياطي الملحي في أسفل الباليوزري (الكمبري) في شرق سيبيريا ، حيث تصل سماكة التوضعات الملحية هنا في بعض الأمكنة إلى ألف متر . تنتشر هذه الصخور الملحية على مساحات واسعة تقدر بالآف الكيلومترات . فكم هو صعب أن نتصور ترسب هذه الكميات الهائلة من الأملاح في تلك الأحواض البحرية التي جفت منذ زمن بعيد ونشير هنا إلى أن بعض العلماء يعتقد أن هذه الأملاح انبثقت من باطن الأرض .

وعلى هذه المجموعة من الصخور الرسوبية ذات المنشأ الكيميائي تنتمي كل من الصخور الجبسية والفوسفاتية وبعض الصخور الحديدية (التي تتشكل غالباً في المناطق الشاطئية) والصخور الغلوكونيتية . وتتميز الأملاح بثلاث صفات رائعة تعتبر ذات معنى هام بالنسبة للجيولوجيين وهي نفوذية سيئة ـ وانحلالية جيدة بالإضافة إلى خاصية اللدونة فبسبب نفوذية الصخور الملحية السيئة كثيراً جداً ما تلعب دور الصخور المغطية في مصائد النفط والغاز والانحلالية الجيدة بالمياه كثيراً ما تقود إلى تشكل مغر على غرار النوازل وتتميز المغر الملحية من مغر النوازل بأنه يمكن أن نرى على جدرانها زخارف طبيعية رائعة الجمال إن تراكم الأملاح في الرسوبيات لا يتم على وتيرة واحدة ، فكثيراً جداً ما تتناوب الطبقات الملحية البيضاء النظيفة مع طبقات طينية عاتمة مضفية على الخليط ظلال زرقاء أو حمراء وفي بعض الحالات تتشكل بلورات صغيرة من الملح ثانوية المنشأ على جدران الكهوف ، إذا دخلنا إلى تلك الكهوف ومعنا مصباح كهربائي فستلاقينا آلاف الأشعة اللامعة الآتية من سطوح البلورات .

إن الانحلالية الجيدة للأملاح مع الحفاظ على خاصية عدم النفوذية يمكن استخدامها من أجل صنع خزانات كبيرة دون أن نصرف الكثير من الجهد . تستخدم هذه الخزانات الصناعية

في الولايات المتحدة الأمريكية على سبيل المثال من أجل حفظ النفط . وبالفعل إن هذا يعتبر أبسط كثيراً وأقل كلفة من بناء خزانات معدنية ضخمة ومع هذا لم يقوموا دائماً في جنوب ولاية لوميزيانا ببناء مناجم ملحية بالقرب من بحيرة بيغر فهذه البحيرة هي بحيرة كبيرة مساحتها أكثر من ٥٠٠ هيكتار مع إنها ضحلة (حوالي متر واحد فقط) ويستخدمها السكان المحليون من أجل الراحة وفي صيد . الأسماك وقد تم حفر بعض المناجم الموجودة على الشاطىء بشكل أفقي تم فيها ومن أجل الحفاظ على السطح استخدام أعمدة من الصخور الملحية وفي عام ١٩٨٦ قامت شركة البترول تيكساكو بحفر بئر استكشافي في المياه وبعد ٤٠٠م اصطدم البئر بالمنجم الأفقي فتدفقت مياه البحيرة إلى الأسفل جارفة معها الأعمدة الملحية مما أدى إلى تهدم سطح المنجم وبعد ساعة تشكل في مكان البحيرة المختفية حفرة ضخمة .

تظهر خاصية اللدونة عند الأملاح على أعماق كبيرة (عدة كيلو مترات) فالتوزع الثقلي للصخور المتوضعة فوق الطبقات الملحية يسبب تحركها . تنضغط الطبقات في مكان وتنتفخ في آخر حيث يلاحظ الانضغاط الذي يصل أحياناً إلى حد الغياب الكامل للطبقات وذلك في الأعماق الكبيرة حيث سماكة وثقل الطبقات العليا كبيران أما في الأماكن المرتفعة فتتشكل انتفاخات حتى أن الملح ينبثق أحياناً في أماكن الغطاء الضعيف (عن طريق التشققات) إلى السطح مشكلاً محدبات ملحية .

إن حركة الأملاح يسببها نقص وزنها النوعي بالمقارنة مع الصخور الرسوبية المحيطة ، إن الكتل الملحية الصاعدة باتجاه الأعلى ترتفع محطمة معها جزء من الصخور المغطية وكثيراً جداً ما يتشكل على السطح في مكان اختراق الكتل الملحية بحيرات ملحية على سبيل المثال بحيرة التون وكما في الصخور الكتلية فإن مصائد النفط توجد ليس فقط في القمم وإنما أيضاً في جوانب المحدبات الملحية وهناك الكثير من المصائد النفطية ذات العلاقة مع القبب الملحية على سبيل المثال في الاتحاد السوفييتي (بالقرب من قزوين وفي أكرانيا) وفي أوروبا الغربية وأمريكا الشمالية وغيرها . إن الظروف المناسبة لتراكم الأملاح تلائم أيضاً توضع الرسوبيات الجبسية والأنهدريتية والجبس هو عبارة عن كبريتات الكالسيوم المتحدة مع الماء ($CaSO_4 . H_2O$) متبلورة على شكل أعمدة دقيقة وثخينة . ويستخدم هذا الفلز في الصناعات المعمارية بشكل واسع وهناك ارتباط وثيق بين الجبس و بين فلز آخر حيث يمكن أن يتحول احدهما إلى الآخر وهو فلز الانهدريت ($CaSO_4$) الذي هو عبارة عن جبس منزوع ماؤه ولهذا فإنه وحسب

حالة الطبيعة يمكن أن يتحول أحد هذين الفلزين إلى الآخر بسهولة . يتلون الانهدريت بألوان مختلفة بيضاء وصفراء أو زهرية ولكن غالباً ما يكون لونه ذا ظلال زرقاء سماوية فاتحة ، إن عينات الانهدريت الكثيفة سهلة المعالجة وتسمح هذه الصفة باستخدام الفلز في انتاج صناعات مختلفة .

الصخور الغضارية (الطينية) وصناعة الخزف :

لقد نسينا عينة الطين (الغضار) التي جلبناها معنا من المرج فلندرس هذه العينة . تملك الغضاريات أكبر انتشاراً في الطبيعة وهي تتألف من حبيبات ناعمة جداً من فلزات مختلفة إلى درجة أن دراستها ومعرفتها كلها ليست ممكنة في الشرائح المحضرة للدراسة في المجاهر العادية حيث يمكن أن تكون أبعاد دقائقها أقل من جزء واحد بالمئة من الميليمتر . لذلك من أجل دراسة الغضاريات يستخدم المجهر الالكتروني الذي يعطي تكبير عشرات ومئات آلاف المرات أو بعض الطرق الأخرى (الحرارية والتحليل البنيوي بأشعة رنتجن) . وهناك ثلاث مجموعات فلزية أساسية تتكون منها الغضاريات : الكاولينيت ـ المونموم يلوميت ـ الميكا المائية . إن التشكل الجديد للصخور الغضارية عن طريق العمليات الكيميائية يقربها من مجموعة الصخور الكيميائية المنشأ التي تكلمنا عنها سابقاً تتراكم الرسوبيات الطينية في الأوساط الهادئة فقط : في البحار ـ تحت مستويات فعالية الأمواج ، في اليابسة ـ في الأحواض المنخفضة ، في البحيرات ، في الأنهار القديمة وغيرها . وتملك الغضاريات الكثير من الصفات الهامة مثل قابلية التطبق ، مقاومة الاحتراق ، قابلية الامتصاص والادمصاص (التمسك بمواد مختلفة على سطحها) . وقد استغل الإنسان منذ قديم الزمان هذه وغيرها من الصفات الهامة وبأشكال متنوعة .

إن الفن الخزفي الذي يعتمد على انتاج المصنوعات من الغضاريات هو أحد أقدم الصناعات في تاريخ البشرية وقد عرفت هذه الصناعة في حوض الميزوبوتام(*) قبل الميلاد بما لا يقل عن أربعة آلاف سنة ، وفي اليونان وإيران وآسيا الوسطى قبل الميلاد بألفي سنة ، هذا وتزين الأوعية الخزفية عادة بزخارف من الزهور . وما زالت الصناعات الخزفية اليدوية موجودة حتى الآن في كل الأمكنة . ومن المحتمل أن يكون في شقة القارىء بعض المصنوعات الخزفية الجميلة .

(*) أي حوض ما بين النهرين .

بدأت في القرن الثاني والثالث عشر الميلادي تتسرب من الصين إلى أوروبا صناعات خزفية ذات ألوان بيضاء جميلة وطبقات شفافة ورقيقة من الفرفور . وحتى حطام أو كسرات هذه الأحجار الصناعية كان يقدر بأثمان عالية . وقد حاول كثير من علماء الكيمياء في ذلك الزمن كشف سر هذا الفرفور ولكنهم لم ينجحوا بذلك . وفي القرن الثالث عشر دخل الرحالة الإيطالي المشهور ماركو بولو إلى الصين حيث عاش هناك سبعة عشر عاماً (رجع عام ١٢٩٥م) وقد خاطر ماركو بولد بحياته من أجل التوصل إلى سر صناعة وشي الفرفور ولكن هذه الجهود كانت عديمة الفائدة . وفقط في القرن السادس عشر بدأت صناعة الفرفور الأبيض الرخو في أوروبا ولكنه لم يكن ناصع البياض وكان رخواً وهشاً وقليل الشبه بالفرفور الصيني . ويستخدمون في صناعة الفرفور الطين اللدن المقاوم للاحتراق ـ كاولينية ، الصفاح والكوارتز . ولم يكن في أوروبا كفاية من الكاولينيت الذي جاء اسمه من سلسلة جبال كاو ـ لين في الصين حيث انتج الطين اللازم لتحضير الفرفور في القرن السادس والسابع ميلادي على الأقل ويتشكل الكاولينيت من فساد الصفاح في ظروف مناخية دافئة ورطبة .

في العشرة سنين الأولى من القرن الثامن عشر اخترع ي.بيوتغير و إ.تشير نهاوز في مدينة ميسين في ساكسونيا (ألمانيا الشرقية) فرفوراً حقيقيا وما زالت إلى الآن صناعات الفرفور السكسوني (علامة هذه الشركة سيفين زرقاوين متصالبين) تقدر بأثمان عالية في الأسواق العالمية . وكذلك فقد بحثوا في انكلترا طويلاً ولكن دون جدوى عن سر ابتكار الفرفور ولكن خلال ذلك تمكنوا من انتاج فرفور خاص سماوي أو الفرفور الانكليزي إن هذا الفرفور بكثير من خواصه بما فيها الناحية التقنية أسوأ من الفرفور الأبيض ولكنه مع هذا جميل إلى حد كاف. أما في روسيا قد تم ابتكار الفرفور عن طريق د.ن.ڤينوغرادوف وهو زميل م.ف.لومونوسوف(*) وقد تأسس مصنع الفرفور الامبراطوري في بيتربورغ وهو يسمى حالياً بـ لومونوسوف وبقيت علامة هذا المصنع المشهورة عالمياً إلى فترة طويلة يمثلها الحرف اللاتيني W من الحرف الأول في كنية المخترع .

يمتلك الفرفور صفات ميكانيكية كبيرة ـ عازلية كهربائية ومقاومة حرارية كبيرتين وهو ثابت تجاه الحموض . وقد سمحت هذه الصفات الهامة للفرفور باستخدامه بشكل واسع في الصناعات من أجل تحضير الأوعية المنزلية والكيميائية والأدوات الكهربائية الخزفية والعوازل

(*) لومونوسوف م.ف. من أكثر العلماء الذين تعتز بهم روسيا حيث سميت جامعات ومعاهد كثيرة باسمه وأشهرها جامعة موسكو الحكومية ــ المترجم

وغيرها ويمكن أن نقول بشجاعة أنه لو لا وجود الصخور الغضارية لما وجدت تقنية حديثة ولما استطعنا الطيران في الفضاء . ويستخدم الفنانون وبفخر كبير التحف المصنوعة من الفرفور والتماثيل الصغيرة . وتحفظ في مختلف متاحف العالم أعداد كبيرة من الفرفور والتماثيل رائعة الجمال إحدى مجموعات التحف الفنية والتماثيل المصنوعة من الفرفور ذات الماركة الساكسونية تحفظ في متحف دريزدن الكبير ويوجد عند مدخل هذا المتحف ذلك الجرس المشهور في كل العالم والمصنوع من الفرفور فإذا تمكنت يوماً ما من زيارة ألمانيا لا تنسى أن تزور مجموعة التحف هذه وأن تستمع إلى صوت ذلك الجرس . وتظهر في الصورة صورة لتمثال فيركوتسيا رائعة الجمال وهي من أعمال ف.ي.موخين وزخرفة أ.أ.ياتسكيفتش إنها رائعة الجمال أليس كذلك .



مركوتسيو

الصخور الرملية :

لننظر الآن إلى عينة من الصخر الرملي الذي ينتمي إلى مجموعة الصخور الحطامية حيث يتكون من حبات مسحوجة بشكل جيد . أما المسامات فهي مملوءة باسمنت مكوّن من السيليس المترسب من محاليل سيليسية وبالمناسبة يمكن رؤية بعض الفلزات الملونة كمياتها قليلة ولكن وجودها شيق : صفاح ، بيريت ، ابيدوت ، سفين ، ديستن ، ستافروليت ، بيوتيت ، هيماتيت . إن انعكاس الضوء على سطح مكعبات البيريت غير الشفافة يضيء بألوان ذهبية وينتج عن البيريت (FeS_2) حمض الكبريت ـ الكبريت والزاج الأخضر . وبشكل أقل تصادف كسرات بنية ذات شكل دائري من الهيماتيت (Fe_2O_3) وهو يعني من خلال الترجمة الحرفية من الإغريقية « شبيه الدم » ويعتبر الهيماتيت أهم فلزات خامات مكامن الحديد . وتصادف في بعض الأحيان بلورات إبرية خضراء أو صفراء من الابيدوت ذات بريق زجاجي قوي و ينسب هذا الفلز إلى مجموعة الفلزات السّيليكاتية وغالباً ما يحتوي الكالسيوم والحديد والمنغنيز والكروم وتستخدم بلورات الأبيدوت الكبيرة أحياناً في صناعة الحلي .

إن الحبات الزرقاء النيلية المتطاولة من الديستان أو الكيانيت (من الكلمة الإغريقية ـ كيانوس ـ أزرق نيلي) تعتبر أحد الفلزات الألومينوسيليكاتية المتحولة وتشكل بلورات الكيانيت أحياناً وحدات من البلورات المتصالبة الجميلة جداً وتشبه البلورات الكبيرة الياقوت الأزرق أو الاكفامارين . وكثيراً ما تصادف بلورات من الستافروليت الموشورية ذات اللون البني المحمر التي التحمت في زمن ما مع بعض وهي تشبه في شكلها الصليب ومن هنا ألقت تسمية الفلز من الكلمة الإغريقية ستافروس ـ صليب .

تمتلىء مساحات عينة الحجر الرملي الذي نحمله بالاسمنت ويمكن أن يكون هذا الاسمنت قد تشكل في الصخر نتيجة لترسب اتحادات كيميائية مختلفة من المحاليل غالباً السيليكا (SiO_2) أو كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) أو فلزات غضارية مختلفة ولكنه ليس من الضروري أن تمتلىء مسامات الصخر بالاسمنت فيمكن أن تغيب هذه المادة بشكل كامل وفي هذه الحالة حتى الصخور المتراصة بشكل جيد تبقى هشة .

وكما في الصخور الكلسية فإن فراغات الحجر الرملي يمكن أن تمتلىء بالنفط أو الغاز أو الماء ومن أجل تحديد كمية هذه الثروات المفيدة في باطن الأرض لابد في البداية من أن نأخذ فكرة من حجم الفراغات في الصخور . تدعى النسبة المئوية لحجم الفراغات في الصخر إلى

حجم الصخر نفسه بمسامية الصخر (وفي أجزاء الواحد معامل المسامية) وتتراوح مسامية الصخور الرملية غير المسمنة من ١٢ إلى ١٧٪ وتصل في حالات نادرة إلى ٢٥٪ . بينما في الصخر ـ الطينية (الغضارية) غالباً ما تزيد عن ٣٠٪ .

يستطيع النفط التحرك في المسامات ذات الأقطار الكبيرة تحت تأثير قوى الجاذبية . أما حركة هذه المواد في الفراغات ذات الأقطار الصغيرة فهي صعبة وأخيراً تتوقف حركة السوائل عملياً عندما يكون قطر الفراغات أقل من ٠,٠٠٠٢ملم . إن الصخور التي تحفظ السوائل والغازات وتسمح لها بالحركة خلالها (أي الصخور النفوذة) تدعى الصخور الخازنة . وتعتبر خاصية النفوذية في الصخور خاصة فائقة الأهمية وتستغل عند استخراج تلك الثروات الباطنية الهامة كالنفط والغاز . وتعتبر الرمال والصخور الرملية من أنواع الصخور الخازنة المنتشرة بشكل واسع والتي ترتبط بها كثير من توضعات النفط والغاز في كثير من بلدان العالم . وقد اشتهرت بشكل واسع الرمال والصخور الرملية المنتجة العائدة إلى عمر البليوتسين في اذربيجان وتتكون هذه الصخور المنتجة من تناوبات من الرمال (الخازنة) والصخور الطينية (المغطية) . إن العمر القليل نسبياً للصخور أعطى الأمل في المسألة المتعلقة بنشأة أو منشأ هذه الصخور . وقد بينت صفات البقايا الحيوانية وميزات الغضاريات إن تراكم رسوبيات الصخور المنتجة تمت في مياه شديدة العذوبة وفي أحواض مائية ضحلة وفي ظروف هادئة نسبياً وهنا تبين أن حل مسألة مصدر الرمال الكوارتزية صعب إلى حد كاف . وكان الأمر الطبيعي هو اقتراح أن هذه المواد تم نقلها من القفقاس الكبير والقفقاس الصغير اللذان تشكلا قبل زمن توضع هذه الرمال . ولكن القفقاس الصغير مؤلف من صخور متدفقة فقيرة جداً بالكوارتز ولا يمكن أن تكون هذه الصخور مصدراً لرمال كوارتزية أما القفقاس الكبير فيتألف جزؤه الشرقي من صخور رسوبية متشكلة من صخور مغمائية واستحالية ولا يوجد هنا مصدر للرمال الكوارتزية ولكن ألا يمكن أن تكون هناك صخور أقدم في القفقاس كانت تشكل مصدراً لكوارتز هذه الصخور المنتجة ؟ وبالفعل فقد وجد الكثير من الصخور الرملية في التوضعات الرسوبية العائدة للنيوجين أو الميزوزوي الأعلى وقد أمكن للحبات الكوارتزية خلال جرفها واعادة توضعها أن تشكل طبقات رملية وصخوراً منتجة . ولكن حبات الكوارتز في الصخور المنتجة أقل سحجاً وأكبر حجماً ولا يمكن لها أن تكون قد كبرت وأصبحت أقل سحجاً بعد هجرتها الثانية واعادة توضعها . وغير ذلك تتميز رمال الصخور المنتجة بوجود الديستان والستافروليت . بينما تغيب هذه الفلزات عملياً عن الصخور الرسوبية المجروفة من القفقاس . فإليكم هذا اللغز الجيولوجي الصعب الذي بدا لأول وهلة وكأنه مسألة سهلة .

لقد اقترح ڤ.ڤ باتورين فكرة شجاعة رحسب رأيه فإن هذه الرمال الكوارتزية قام بنقلها من مكان ما من الشمال نهر عظيم كنهر الفولغا القديم . تنتشر في الشمال في حدود السهول الروسية وبشكل واسع صخور استحالية تحتوي على كميات كبيرة من الكوارتز والديستان والستافروليت . ولكن (من جديد ولكن) سماكة الرمال الكوارتزية تتناقص باتجاه الشمال أي باتجاه المكان الذي يفترض أن يكون هو المصدر . بينما يجب أن يكون العكس . وهنا نشأت فرضية جديدة تقول إنه من الممكن أن يكون في ذلك الاتجاه الذي تتزايد فيه سماكة الأحجار الرملية قد وجدت في غابر الأزمان يابسة وكانت تقع هذه المساحات اليابسة في الجزء الجنوبي من بحر قزوين الذي هو الآن أكثر الأماكن عمقاً . ويمكن أن تكون اليابسة قد تكوّنت من صخور استحالية شبيهة بصخور السهول الروسية وكانت مصدراً للكوارتز ولفلزات الديستان والستافروليت . ويتذكر القارىء طبعاً قصة اختفاء اطلنطا تحت مياه البحر . فهل هذا يعني اطلنطا قزوينية ؟

الصخور الاستحالية :

لقد ذكرنا أثناء كلامنا الصخور الاستحالية (الميتاموفية) عدة مرات فما هي هذه الصخور؟ تشكل الصخور الماغماتية والميتاموفية (الاستحالية) والرسوبية المجموعات الأساسية الثلاث في الصخور التي تتكون منها القشرة الأرضية . ويأتي اسم الصخور الاستحالية من الكلمة الإغريقية ميتامورفيزم أي استحالة ، فتحت تأثير الحرارة والضغط (وعدا ذلك تأثير مختلف المحاليل) يعاد تبلور الصخور المغماتية والرسوبية متحولة إلى مجموعة جديدةمن الصخور هي الصخور الاستحالية ويتشكل خلال ذلك في أكثر الأحيان صخور من نوع الغنايس والطين الصفحي البلوري . يمكن أن يكون تطبق هذه الصخور موروثاً من الصخور الرسوبية أو أن هناك جزءاً كبيراً يحدث نتيجة السعي من جديد لتشكيل فلزات بلورية وذلك لتتأقلم مع تأثير الضغط الذي يأتي من اتجاه واحد . فإذا كان أصل هذه الصخور صخوراً ماغماتية نسميها أرتوغنايس أما إذا كان أصلها رسوبياً فنسميها باراغنايس .

ويرتبط بالصخور الاستحالية عدد كبير من الثروات الباطنية الهامة وخاصة الخامات المختلفة وتستخدم أنواع كثيرة من الصخور الاستحالية في أعمال البناء . بعض هذه الأنواع يستخدم في أعمال كساء الأبنية وصناعة التماثيل وفي زخرفة الحلي . لنتذكر اليشب الذي تزيّنه أكاسيد الحديد والمنغنيز بألوان مختلفة مع سيطرة للّون الأحمر وأحياناً الكرزي أو الأصفر أو

الأخضر وغير ذلك . إن أشعة غاما تسمح باستخدام اليشب في تحضير حلي جميلة وإن الأعداد الكثيرة لمناجم هذا الحجر معروفة في الأورال وألتاي وفي مناطق أخرى .

تم في نهاية عام ١٩٨٧ بناء محطة مترو تشيخوفسكي وكان ديكور هذه المحطة من تصميم الفنانين لودميلا وبيتر شورتشيف وقد زُينت بلوحة من الموزاييك استخدمت فيها أحجار اللازوريت والكالسيدوان والياشم والنغريت والأونيكس والأوليتس وغيرها من الأحجار نصف الثمينة . ولعل الملاخيت من أكثر هذه الفلزات شهرة فلهذا الفلز الرائع جميع الألوان الخضراء ويكون في الطبيعة على شكل بلورات دقيقة برّاقة أو على شكل تجمعات شبيهة بالتربة ويتشكل الملاخيت عن طريق فساد فلـزات النحاس الاستحالية في المكامن القريبة من السطح (حتى عمق ١٠٠ - ١٥٠م) الذي يحدث في منطقة تماس الصخور المغماتية والكربوناتية . ولا توجد توضعات ملاخيت كبيرة مناسبة لصناعة الحلي وغالباً ما تصادف خامات ترابية من هذا الفلز تتفتت باليد بسهولة وأكبر صخرة ملاخيت معروفة كتب عنها أ.ي.فيرسمان تزن ٢٥٠ طناً . ولقد تم عملياً استغلال جميع مكامن الملاخيت القريبة من السطح لهذا فإن المواد المصنوعة من هذا الفلز أصبحت أقل وأغلى ثمناً . وهناك مجموعة رائعة من الملاخيت محفوظة في قاعة الملاخيت في متحف الأرمي ايتاج في (سانك بيتربورغ) وهي من تصميم المهندس المعماري أ.ب.برولوف ١٨٣٨ - ١٨٣٩م .

ماذا عن المرمر :

لقد التقى القارىء بالطبع كثيراً بذلك الصخر الاستحالي الذي يدعى المرمر ، الذي يتشكل نتيجة لاستحالة الصخور الكربوناتية وهو يستخدم كثيراً في أعمال النحت والأعمال المعمارية وكثيراً ما يوجد المرمر على شكل خليط يضفي عليه ألواناً مختلفة جداً . ويعتبر المرمر الأبيض الصافي وأحياناً الأسود أكثر أنواع المرمر تقديراً في أعمال النحت وصناعة الحلي . وما زال المرمر منذ أيام الإغريق القدماء حتى يومنا هذا هو المادة المفضلة للتماثيل .

لننظر إلى صورة تمثال موسى هذه الصورة الجليلة للحكيم العظيم حيث نفذ هذا العمل في زمن النحّات الايطالي العملاق والرسام المعماري ميكيل انجيلو بوونارّوتي ١٥١٥ - ١٥١٦م يبلغ ارتفاع هذا التمثال ٢٢٥سم ويحفظ في كنيسة سان - بيترو في روما . ويدل كل تفصيل في هذا النحت على دقة فائقة ومعرفة كبيرة في علم تشريح جسم الإنسان . وهناك عيب وحيد فقط في الركبة اليمنى وحيث توجد حفرة صغيرة . لهذا العيب قصة حيث أن النحات

العظيم كان واقعياً وحالماً بنفس الوقت ، فلقد دهش هو نفسه دهشة عظيمة من عمله بعد أن أنهى نحت هذا التمثال و التفت إليه قائلاً : « لكن تكلم » ولم يتكلم الحكيم المصنوع عن المرمر فضرب المعلم الضجر بمطرقته بعصبية فأدت هذه الضربة إلى اقتلاع قطعة مرمر من ركبة التمثال .

هناك الكثير من الكتب العلمية والشعبية عن أعمال النحت في المرمر وعن النحاتين ولكن التكلم عنهم يمكن أن يتم بدون الكتب أيضاً . انظر عزيزي القارىء إلى صورة واحدة أخرى لتمثال فينوس آلهة الحب والجمال فكم هو هذا الجسد االعاري حي وصادق ، كم هي رائعة خطوط هذا الخيال ـ حركة جميلة وتناسب صارم . يبلغ ارتفاع هذا التمثال ١٦٨سم وقد نفذه الفنان ي.ب.فيتالي في عام ١٨٥٢م وهو محفوظ الآن في المتحف الروسي الحكومي في (سانك بيتربورغ) ومن الجدير بالذكر أن هذا الفنان قد عمل لمدة عشر سنوات في زخرفة كاتيدرائية عيسى فإذا زرت (سانك بيتربورغ) سوف تعجب بالتأكيد بزينة الجدران وبالزخرفة وتماثيل الملائكة على السقف .

تستخدم في أعمال الهندسة المعمارية أحجار من المرمر ذات ألوان وأنواع مختلفة ففي محطة ميترو براسبكت،مارکس ودزيرجينسكي وكيروفسكايا (في موسكو) يزين مرمر أورال الرمادي جدران وأعمدة البهو تحت الأرضي وإذا نظرنا إلى البلاط المرمري المصقول على أعمدة محطة كيروفسكايا سنجد على أحد أحزمة الرخام انعكاس بحر هائج مع أعراف بيضاء للموج وعلى لوحة مجاورة نجد سماء مكفهرة ليوم غائم إنها ساحة للخيال ... أما في محطة مترو كراسنيافاروتا فقد استخدم المرمر الأحمر بينما يزين محطة باريكادنيا مرمر زهري مع حزم غريبة خضراء وسوداء .

هناك الكثير من الأبنية الجميلة في العالم المزخرفة بالمرمر أو حتى المبنية منه بشكل كامل ولكن أحد أجمل هذه الأبنية هو بناء تاج محل الأسطوري . فإذا حالفك الحظ عزيزي القارىء وزرت الهند ـ بلد العجائب والتناقضات فأنصحك بزيارة هذا الأثر الرائع بالقرب من مدينة أغرا عاصمة البلاد القديمة . لقد بنى تاج محل شاه جاهان كضريح لزوجته المحبوبة التي توفيت سابقاً ممتازة محل وقد تطلب بناء هذا الضريح الفخم من المهندس المعماري أوستاد ـ عيسى حوالي عشرين سنة (١٦٣٢ ـ ١٦٥٠م) .

أراد شاه ـ جاهان أن يبني على الضفة المقابلة لنهر جامنا ضريح مشابه له لكن في هذه المرة من المرمر الأسود فقط وقد بدأ بنقل أحجار المرمر الأسود اللازمة ولكن الصراع من أجل

السلطة جعل أحد أبنائه يزج به في سجن القلعة حيث كان ينظر شاه ـ جاهان من خلال نوافذ القلعة ولمدة عشرين سنة تقريباً إلى ضريح زوجته التي أحبها حباً حاراً بحزن عميق . ويختفي الضريح خلف جدار عال ذي بوابة كبيرة من الحجر الرملي الكوارتزي الأحمر ـ وهو صخر استحالي من عمر الأرخي .

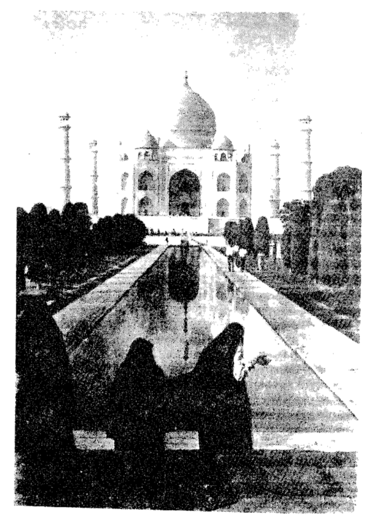
هناك ضجة دائمة بالقرب من بوابة تاج ـ محل حيث يروح ويجيء التجار الصغار عارضين مختلف أنواع البضائع وتلمع أجهزة التصوير التي يحملها السائحون من دون انقطاع ولكن ما أن تدخل من البوابة حتى تقف مدهوشاً أمام هذا الجمال حيث ينتصب أمامك مباشرة ابتكاران عظيمان الأول واقعي والثاني خيالي أو ظله على السطح الزجاجي لحوض مائي قائم الزاوية .

يتألف الضريح المرمري الرائع من خمسة قبب متناسبة بشكل بديع ضمن إطار أخضر من الحديقة المحيطة وتنتصب إلى جوانبه المنارات الأربعة وكأنها تحرسه . إن كل شيء هنا محسوب بشكل دقيق فلو كانت هذه المنارات مبنية بشكل عامودي فإنه وعلى حساب عامل الطيف ستبدو للمشاهد وكأنها تتجه نحو الأعلى ولكنها بنيت بشكل مائل إلى الجهة البعيدة من الضريح . هذا يؤدي إلى عامل التوازي وإن بنية هذه الأبراج لها أيضاً ايجابية أخرى فإذا سقطت المنارة بفعل الهزات الأرضية التي تحدث أحياناً في هذا المكان فإن سقوطها لن يؤذي البناء . ويصل طيف حديقة الزهور المكسرة بجوانب الحوض إلى قاعدة البناء الرئيسي وبالقرب من البناء الرئيسي فقط يستطيع الزائر أن يستوعب أن ذلك الذي يبدو وكأنه حديقة من الزهور المتصلة ليس إلا حديقة زهور حجرية ففي أسفل قاعدة الجدران المرمرية توجد أزهار حجرية بارزة وكل شمروخ وكل ورقة زهر مرصعة بذوق بأحجار ثمينة وكذلك تحيط بالمدخل الرئيسي إلى المعبد زخرفة شعبية جميلة مكونة من أحجار ثمينة . وحول الضريح توجد أيضاً عريشة دقيقة من المرمر . إنه تمازج هندسي رائع ودقيق من الأحجار الثمينة . إن التقاط الصور الفوتوغرافية فقط عن بعد يمكنه إظهار روعة تاج محل .

ويقولون : إن الشعراء فكروا بأكثر من ألف اسم عاطفي للتعبير عن هذا الضريح إذا زرت هذا المكان في النهار فعد إليه بالتأكيد ليلاً وذلك لكي تستمتع بتاج محل في ضوء القمر ففي ضوء القمر الهادىء يتحد الضريح مع خياله في بركة الماء في خيال واحد شفاف ويبدو وكأن أقل ضجة يمكن أن تحطم هذا الخيال وتذيبه في الهواء .

انظر إلى مجموعة السواح في يوم صاخب إلى حد ما ـ الجميع صامتون ولا يتكلم أحد إلا

همساً إنه سكون حزين يحيط بكل وجودك . فقط في بعض الأحيان يصلك من الحديقة صوت كما لو أنه أنين روح متألمة يسببها عويل طيور غير مرئية ولا ينقص هذا الليل الساحر إلا أصوات موسيقى حزينة ، ولكن هذه هي أمواج موسيقية هادئة تتولد في مكان ما في أعماقك إنها تتسع وتمتد بعيداً فيتهيأ لك الآن من خيال الضريح في ضوء القمر الأزرق أتذكر هذه الموسيقى ؟ نعم إنها الجزء الأول (قمر السوناتة) للودفيك فان بيتهوفن وهذا هو أحد آلاف أسماء تاج محل « قمر السوناتة » فتبرد في الحجر أنغام هذا اللحن العظيم .



تاج محل

في الصحراء

تحركت مجموعة غيركبيرة من الجيولوجيين في نهاية العقد الرابع من هذا القرن من الجزء الغربي لصحراء قرب كوم باتجاه بحر قزوين وكانت هذه المجموعة تتألف بالإضافة لي من نيكولاي وماميد ماميدوف ومن خمسة جمال وتعتبر الأخيرة أهم ما في الرحلة . كان استخدام السيارات في البعثات الجيولوجية في ذلك الزمن قليلاً واستخدام الطائرات أكثر ندرة أما طائرات الهيلوكبتر فكان وجودها حلماً . كانت الصحراء بالنسبة لي ولنيكولاي جرداء وحزينة حيث لأول مرة نعمل في صحراء أما بالنسبة لماميد الفرح الذي لا تراه مغموماً أبداً فالصحراء على ما يبدو تعتبر قطعة من الجنة فلقد أحب بلده تركمانيا وطبيعتها وكان يترنم دائماً بألحانه التي لا تنتهي سواء كان ماشياً أم كان راكباً الجمل . أنا لا أعرف اللغة التركمانية ولكن تبدو أغنيته وكأنها تقول « الطائرة شيء جميل والسفينة أيضاً ولكن الجمل أفضل الجميع » . وكنا غالباً ما نقفر من الجمال ونسير مشياً تحت نظرات ماميد الساخرة . لقد كان السير على الأقدام صعباً ، فقد كانت الرمال الحامية تحرق أقدامنا حتى من خلال الأحذية السميكة . كل الأحياء تسعى كي تختبيء من أشعة الشمس الحارقة . كانت الصحراء قاحلة حقاً وكانت مجموعتنا هي الوحيدة التي تتحرك نحو الغرب بشكل مستمر . وفي المجموع سرنا يومين أو ثلاثة أيام في اتجاه واحد . كانت ثلاثة جمال من قافلتنا مخصصة لنقل الأشخاص ، وقمنا بتحميل ممتلكات الرحلة على الرابع بينما حمّلنا الجمل الخامس برميلين صغيرين من المياه . لم يكن مرافقنا المرح يوماً ما في الأماكن التي نتجه إليها ولكنه كان يحب الصحراء ويفهمها جيداً وحسب كلام ماميد فلقد مرّ أبوه في هذه الأماكن مرات كثيرة وقد شرح له بشكل مفصل بأنه ليس بعيداً على طرف الغابة يمكن حفر بئر ضحلة تفيض بوفرة بمياه عذبة يمكن أن يشرب منها البشر والجمال . كان التذكير بالغابة يدهشني إلى حد كبير ولكن ماميد كان يقول مبتسماً « ستصل وترى » .

كان الطريق يمتد في بعض الامكنة عبر مستويات طينية فكان منبسطاً بشكل مدهش وعملياً غير نفوذ للمياه السطحية . فقد كان راسخاً ومستوياً إلى درجة أنه يمكن أن يعتبر طريقاً مثالياً للسيارات (في أوقات الجفاف) . لكن لا قدر الله أن تكون هنا في سيارة بعد المطر فتحت السطح يوجد طبقات رملية رخوة وغضاريات مملوءة على الأغلب بمياه ملحية مرة عندها لن تستطيع أن تتخلص من هذه المستنقعات حتى ولو بمساعدة جرار .



كثبان رملية (من مجلة جيو تايمز ، الولايات المتحدة الأمريكية)

وبعد مسافة حوالي ٢٠كم ظهرت سطوح ملحية مغطاة في بعض الأمكنة بتلال رملية وأحياناً بكثبان رملية مستقلة على شكل هلال - وهي بنيات نموذجية في أشكال رمال الصحاري . في كل الأمكنة كانت تلاحظ تموجات رياح خفيفة تشبه كثيراً الأمواج البحرية . وقد كتب باحث الصحراء المعروف ب.أ.فيدوروفيتش أن تشكل التموجات يتم على الشكل التالي : تتشكل في البداية على السطح المستوي للرمال أو السبخات الملحية انتفاخات أو حواجز ملحية تمتد بشكل عرضاني على اتجاه الرياح وبعد ذلك مع تزايد تراكم الرمال يصبح

انحدارها أقل تناظراً . وأخيراً على السفح الأكثر انحداراً المعرض للريح يتشكل نتيجة اضطراب الهواء نصف قمع وتأخذ التوضعات الملحية تنمو تدريجياً وتأخذ شكلاً أكثر جنحة مشكلة كثباناً رملية مستقلة هلالية الشكل يكون سفحها المعرض للريح أكثر اعتدالاً وتحت تأثير اضطراب الرياح يتطور السفح المعرض لها ليصبح على شكل هلال يمتد بشكل مواجه لها (للرياح).

لقد سمعت الكثير من غناء السواقي الكثبانية مكث لمدة عدة أيام كنت أضع أذني مصغياً إلى كل كثيب صادفناه تقريباً ولكن دون جدوى فكانت الكثبان صامتة والجو حاراً جداً وكان هناك صمت رهيب . ولكن هذا هو الريح يهب قليلاً ثم يقوى جاعلاً قمة الكثبان . تصدر دخاناً من الرمال يتلوى على طول عرف الكثبان فجأة أوقف ماميد الجمل قائلاً هل تسمع ؟ إنه يبكي .

- من

- الشيطان في الكثبان

وبالفعل فبالإضافة إلى خشخشة الرياح الخفيفة والناتجة عن تحرك مليارات الحبات الرملية الدقيقة على السطح كان يصل إلينا صوت ما خفيف وغريب الكثبان يغني إنه الغناء الخاص بالكثبان الرملي والمعروف في كل صحاري العالم وحتى في الرمال الموجودة في مناطق غير صحراوية على سبيل المثال على شواطىء ريغا وأوكاودنيير وفي مناطق أخرى كثيرة ولكن أكبرها جميعاً (ارتفاعه أكثر من مئة متر) وأكثرها ضجيجاً هو ذلك الكثبان الذي يقع في حمى الماتا ـ اتينسك على ضفاف نهر ايلي ويقولون إنه يمكن سماع صوته على بعد أكثر من عشرة كيلو مترات . إن تفسير ظاهرة هذه الأصوات التي يصدرها الكثبان ما زال مجهولاً حتى الآن ولكن من الواضح أن الريح هو لاعب الكمان الأول في هذا الحفل الموسيقي .

عندما تكون كمية الرمال كافية كثيراً ما يمتد الكثبان بشكل عرضاني على الاتجاه الرئيسي للرياح مشكلاً سلسلة كثبان رملية تذكرنا بالأمواج البحرية . وقد تمكنا خلال طريقنا من المرور عبر أربعة سلاسل كثبانية يصل ارتفاع بعض قممها المستقلة في السلسلة ٢٠ ـ ٢٥م .

لكن هذا ليس أعظم ابتكارات الرياح في الصحراء .

لقد وصفت في رمال صحارى « كثبان هرمية » يصل ارتفاعها إلى ٥٠٠م فوق مستوى

السهول المحيطة . وقد ربط ب.أ.فيدوروفيتش هذه العماليق الرملية بفعّالية قوية للرياح وبسبب الفرق بين حرارة الرمال الحامية والسهول المحيطة تتولد تيارات هوائية قوية متجهة نحو الأعلى وهذه تشكل كثبان رملية هرمية عملاقة .

إن تيارات الرياح المتجهة نحو الأعلى في المناطق الصحراوية ونصف الصحراوية ليست نادرة حتى في الطقس الهادىء . تشكل الرياح عادة خلال حركتها أقماعاً ريحية تتجه بشكل حاد نحو الأعلى يصل ارتفاعها حتى ٥٠٠م وفي الطقس المتجهم يلتقي هذا القمع بقمع آخر تشكله الغيوم حيث يشكل الاعصار من القمع الكبير قمعين صغيرين يلتقيان بخاصرة ضيقة وبالمناسبة فإن الأعاصير في نصف الكرة الشمالي كما هو معروف تتحرك نحو اليمين وهذا يمكن تفسيره عن طريق دوران الأرض . تحمل الأعاصير خلال حركتها نحو الأعلى كميات كبيرة من الغبار تنتشر عشوائياً في الجو وفي المناخ الصحراوي الجاف يترسب هذا الغبار بسرعة كافية ويسبب هذا الغبار أحياناً غروب جميل لايمكن نسيانه .

تصادف في الصحاري وبشكل أكثر بكثير من السلاسل الكثبانية أو « الكثبان القريبة » سلاسل رملية متوازية وهي تمتلك خلافاً للسلاسل الكثبانية سفوحاً متناظرة وممتدة على طول اتجاه الرياح .

ليس من الصعب أن نقتنع إذا أخذنا قبضة من الرمال في يدنا أن الفلز الأساسي فيها هو الكوارتز ففي صحاري قره كوم وكيزل كوم يصل محتوى الكوارتز في الرمال إلى ٩٠٪ . إن أكثر نسبة كوارتز في الرمال الصحراوية معروفة هي في الصحراء الاسترالية حيث تصل ٩.٥ - ٩٨٪ وهناك أيضاً كميات كبيرة إلى حد كاف من الصفاح وحطام الصخور السيليكاتية والجبس الذي ينتشر بشكل واسع . تصادف أيضاً ولكن بكميات قليلة فلزات الميكا البيضاء - الهورنبلاند - الابيدوت ، الغرانات ، الزركون ، الديستن وغيرها . وإذا اقتربت المياه الملحية الجوفية من السطح (١ - ١,٥م) فستبدأ عمليات التبخر والتبلور للأملاح الموجودة في المياه . وتنمو بسرعة بشكل خاص بلورات الجبس التي يصل ارتفاعها فوق السطح أحياناً ١٠ - ٢٠سم وتدعى الطبقات البلورية هنا بـ (فرشة الشيطان) وهي تجعل سير الأحصنة والجمال أحياناً عسيراً وتشكل بلورات تحتوي على كمية من الرمال تصل حتى ٧٠٪ . إن التحام هذه البلورات الجبسية مع بعضها يشكل دروزات جميلة (ورود الصحراء) وإلى جانب الجبس يصادف في السبخات الملحية أيضاً الهاليت (ملح الطعام) والميرابيليت وغير ذلك من الأملاح .

كنت وأنا أهتز على الهودج المربوط على ظهر الجمل أتأمل أن الصحاري تشغل حوالي ٢٠٪ من اليابسة وهي موجودة إلى جنوب وإلى شمال خط الاستواء وهي معروفة أيضاً في كل القارات وحتى في منطقة القطب الشمالي ولكن في هذه المنطقة الأخيرة للصحاري وضعها الخاص حيث تختلف عن الصحاري الأخرى بأنها صحاري جليدية .

تلعب الرياح دوراً كبيراً في تولد ووجود الصحراء فالهواء الدافىء في المنطقة الاستوائية يتسخن أكثر ويرتفع إلى الأعلى ثم ينتشر بعد تبرده إلى الشمال والجنوب فاقداً رطوبته على شكل ترسبات ثم يهبط في المناطق شبه الاستوائية نحو الأسفل محدثاً رياحاً أرضية تتجه باتجاه خط الأستواء . حيث يسخن الهواء من جديد تدريجياً . إن لهذه الحركة العامة لكتلة الهواء أهمية كبيرة في تشكل ووجود الصحراء . إن أكثر الظروف المناسبة لذلك تحدث ما بين خطي العرض ١٥ ـ ٣٥° (الشمالية والجنوبية) .

العامل الثاني الذي يؤثر على تشكل الصحاري هو موقعها في القارات بالنسبة للبحار والجبال فعندما نبتعد عن البحر يصبح الجو أكثر جفافاً لذلك فإنه في أكثر الأحيان تصادف الصحاري في المناطق المركزية في القارات أو بالقرب منها بعيداً عن المناطق البحرية والجبلية وبالمناسبة يوجد لهذه القاعدة أيضاً استثناءات .

قطع صوت ماميد تأملاتي :

ـ انظر لقد اصطاد أبي سمكة على ذلك الجبل .

استناداً إلى حساباتي مازال بحر الخزر يبتعد بما لايقل عن ٦٠ ـ ٧٠كم فكيف استطاع أبو ماميد أن يصطاد السمك في مركز الصحراء تقريباً ؟ لقد كان الجو حاراً جداً وفي هذا الجو الحار لم أكن أرغب في النقاش . ولكن على الرغم من هذا فقد قفزت عن الجمل وشعرت وكأن شيئاً يتكسر (يتقرقش) تحت قدمي فانحنيت ملتقطاً بعض قواقع رخويات ودسستها في جيبي ثم أخذنا مكاننا في استراحة نهارية . وبعد أن نصبنا خيمتنا المصنوعة من التاربولين(*) توزعنا متنعمين بالظلال وكانت الجمال التي وضع عنها حملها تمضغ الأشواك بكسل . سألت ماميد :

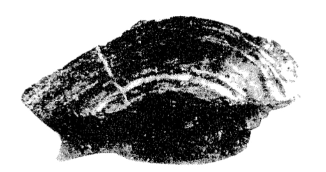
ـ هل لاحظت أننا قطعنا منذ قليل آثار أقدام عارية ؟

(*) نسيج مشمع ــ المترجم .

ـ مشى هنا رجل تركماني باحثاً عن جمله .

ـ ولكن كيف استطاع أن يسير عاري القدمين على مثل هذه الرمال الحارة . فنظر إلي ماميد بمكر وقد نزع حذاؤه البسيط ومشى مبتعداً على معسكرنا الصغير ، نظرنا إليه أنا ونيكولاي فعزمنا أنه باستطاعتنا نحن أيضاً أن نفعل ذلك . ولكن ما أن وضعنا أرجلنا العارية على الرمال حتى صرخنا من الألم وقفزنا بسرعة نحو الخيمة مختبئين بظلالها . كان ماميد يضحك بشكل صريح هذه المرة . لقد كانت حرارة الرمال ٧٢م بينما يحتاج زلال البيض إلى ٧٠م كي ينسلق فيمكن حسب الرغبة أن نطهو بيضاً في هذه الرمال .

وخلال استراحتي في الظلال أخرجت من جيبي قواقع الرخويات التي جمعتها سابقاً وأخذت اتفحصها بتمعن لقد كانت مصاريع لأنواع مختلفة من الرخويات التي كانت تعيش في بحر الخزر منذ زمن غير بعيد وهذا يعني أنه في وقت غير بعيد كان البحر موجوداً هنا ونحن نقوم الآن برحلة على قاع هذا البحر . فلقد اصطاد أبو ماميد سمكاً في هذا المكان بالفعل .



جذع متجر يعود إلى عصر الميزوزوي (يعود هذا الزمن إلى الفترة الواقعة بين ٦٥ ـ ٢٣٠ مليون سنة مضت ـ المترجم)

فكيف حدث هذا ؟ على ما يبدو أن البحر ما زال بعيداً ... أخذت أتذكر أنه في الخرائط الطبوغرافية القديمة لبحر الخزر (في عشرينات هذا القرن) لاحظت رسماً لخليج كيلكور الذي يمتد بعيداً إلى الجنوب الغربي إلى حدود قره كوم وبهذا الشكل فأنه ليس منذ زمن بعيد أي منذ حوالي ١٠ ـ ١٢ سنة مضت كانت تفيض الأمواج البحرية إلى هنا . بينما تمتد الآن الصحراء وما يميزها من سلاسل كثبانية وسبخات ملحية .

ماذا حدث لخليج كيلكور الواسع ؟ أين اختفى هذا الخليج ؟ نعم لقد اختفى خليج كيلكور بكل ما في هذه الكلمة من معنى . يعتبر بحر الخزر حوض قاري داخلي لا يتصل الآن بالمحيطات ولقد أثر تغير الأحوال الجغرافية وبشكل خاص المناخ على تاريخ هذا البحر وعلى وضع مستوى سطحه بشكل كبير . ولقد برهن الجيولوجيون من خلال دراستهم لهذا البحر أن مستواه في زمن من الأزمنة كان أخفض بـ ٢٠٠م من مستواه الحالي ، وكان يمتد البحر فقط في الجزء الجنوبي الأكثر عمقاً ومن جهة أخرى كان مستوى البحر يرتفع أحياناً بشكل عال جداً . وقد تم في منطقة جيغولي تحديد خط شاطىء بحر الخزر القديم على ارتفاع ١١٥م . كان لوجود المناخ الصحراوي (الذي تشكل هنا في نهاية النيوجين) والتجلد وذوبان الجليديات أثر كبير على وضعية مستوى البحر فعند التجاوز (الانتشار الواسع للبحر) كان يتصل هذا البحر بالمحيطات العالمية من خلال حوض مانيتشسكي والبحر الأسود بينما عندما كان يتراجع البحر (تنقص أبعاده)كان يتحوّل إلى بحيرة . وفي ذاكرة الإنسان العديد من ذبذبات مستوى البحر . فقد اكتشفت مجمعات لصيد السمك مع رصيف بحري في أذربيجان على ارتفـاع حـوالي مئة متر . وفي قـاع خليج باكو بـرج وطـرق كانت قد بنيت منذ عدة مئات من السنين فقط . وحسب معطيات فيدوروفيتش فإنه وخلال انخفاض مستوى المياه بمقدار مترين وذلك منذ عام ١٩٣٢ إلى ١٩٤١ تقصت مساحة البحر حوالي ٣٠,٠٠٠ كم٢ . وفي نهاية السبعينات عاد مستوى بحر الخزر للارتفاع من جديد . عندما نفكر بمستوى بحر الخزر نحاول دائماً مقارنته مع مستوى المحيطات العالمية ولكن ماهو مقدار الدقة في حساب مستوى المحيط ؟ وما هو مقدار ثباته مع الزمن ؟ لماذا يحدث تقدم وتراجع البحار التي ترسم فيما بعد على الخرائط الباليوخغرافية ؟ هل يحدث هذا نتيجة تحرك القارات أم بفضل تغير مستوى المحيطات ؟ على الأغلب نتيجة كليهما .

إن ذوبان جليديات الرباعي يجب أن يكون قد أدى إلى ارتفاع في مستوى البحر قدره ١٥٠ متر تقريباً . إذا سخن جو الأرض من جديد وذابت كل الجليديات فسيرتفع مستوى المحيطات من ٧٠ ـ ٨٠م وسوف يتصل بحر الخزر من جديد مع المحيط ويغمر الصحراء التي نقف عليها الآن بالإضافة إلى كل المنخفضات الأرضية المحيطة وسوف تغمر مياه المحيطات مساحات هائلة من القارات وستصبح البلدان الساحلية على سبيل المثال هولندا قاعاً بحرياً . إن ذبذبات مستوى مياه البحيرات التي لا تتصل بالمحيطات (مثل بحر الخزر وبحر أرال) تتعلق إلى حد كبير بالمياه التي تصل إليها (الأمطار ، الأنهار) وبالتبخر الذي يحدث على السطح وعلى ما يبدو أن هذا السبب بالتحديد هو ما يفسّر اختفاء بحر أرال . فجر المياه بغير حساب

من هذا البحر عن طريق نهر اموداريا من أجل أعمال الري أدى إلى تغيرات سلبية في المناخ وفي حالة البيئة في منطقة هذا البحر .

تدل الحسابات أن التغيرات التي تحصل في مستوى بحر الخزر وخاصة النهوض الذي يحصل في السنوات الأخيرة لايمكن تفسيرها عن طريق الخلل في التوازن بين المياه الواردة إلى البحر والمياه المتبخرة منه ، فلقد لوحظ ومنذ زمن بعيد نهوض القارات وهبوطها وكذلك حركاتها الأفقية تحدث هذه الحركات بسرعة بطيئة جداً تقدر بالميلمترات بالسنة وقد اعتاد الجيولوجيون على تسمية حركات القشرة الأرضية بالحركات التكتونية .

كنا نلاحظ في كل يوم تقريباً خلال رحلتنا المضنية وجود سراب - إنها ظاهرة بصرية مدهشة تحدث عند وجود طبقات هوائية ذات كثافات مختلفة حيث تنقل الاشعاعات الضوئية عند انعكاسها من حدود الكثافات الجوية المختلفة إلى المراقب تصوراً (صوراً) لأشياء تقع وراء خط الأفق على بعد عشرات كثيرة أو حتى مئات الكيلومترات . يعطينا الهواء عندما يتسخن انطباعاً بأنه أصبح كثيفاً كالماء . لقد كان الوهم المائي عندنا شبيهاً جداً بالحقيقة فكان يبدو وكأنه بحراً عظيماً يبعد عنا من عشرة إلى خمسة عشرة متراً بينما كانت حدود المياه تبتعد عنا خلال تقدمنا إلى الأمام بنفس السرعة التي نتقدم بها . كانت بانوراما سطح المياه اللامتناهي الأبعاد تستر رؤية الشكل الحقيقي (تمنعه) وهذا خطير جداً عند السفر بالسيارات وخاصة في حالة عدم وجود طرق جيدة وبالمناسبة بعد عدة سنوات كدنا وبنفس السبب أن نقع في حادث خطير خلال سفرنا بنفس المكان . فقد ظهر فجأة - بشكل واضح إلى حد ما فوق سطح هذا البحر الكاذب الذي يبدو كالبخار في الهواء خيال لعمارة أو حتى لبعض قرى مضيئة بشكل حفيف تقع بعيداً وراء خط الأفق وكثيراً ماكانت تلوح وكالظلال قطعان ماشية كبيرة أو أعداد كبيرة من الجمال التي تمر بتشامخ من فوق الأرجل وهنا أيضاً الفاتا - مورغان - وهي ظاهرة أو صورة غريبة ومتغيرة بشكل سريع في مواضع المواد المختلفة وهي تحدث عند وجود أعداد كبيرة من طبقات الهواء ذات الكثافات المختلفة . وهناك ظاهرة فاتا - مورغان طريفـــة جـــداً لاحظها سكان الشاطىء الجنوبي في انكلترا في ١٨ حزيران عام ١٨١٥م في « التلفزيونات الطبيعية » ولمدة بضعة دقائق شاهدوا مشاهد متمزقة من معركة واترلو الشهيرة ، وواترلو هي عبارة عن مكان صغير مأهول في بلجيكا يبعد عشرين كيلو متراً إلى جنوب بروكسل حيث وقعت في ضواحيه في ١٨ حزيران ١٨١٥م معركة واترلو الشهيرة التي انهزم فيها نابليون الأول في آخر معاركه مع الحلفاء (الانجلو - هولاند والروس) .

قررنا عند المبيت أن نتوقف في مكان ليس بعيداً من مكان صيد الأسماك المهجور . لقد حدثت اطلال هذا المكان انطباعاً غريباً : بقايا بيوت طينية ، بعض بقايا مراسي السفن وثلاثة زوارق لصيد الأسماك . كان كل هذا يتوضع في الصحراء في سبخات ملحية صلبة بين سلسلتين من الكثبان لقد كانت هذه الصورة كما لو أنها ليست واقعاً بل صورة رائعة لرواية خيالية .

ـ هذا حطب جيد للتشعيل قلت وأنا أنظر إلى بقايا أحد المراسي .

ـ جوسان أفضل ـ رد ماميد باختصار وراح يجمع بقايا الشجيرات اليابسة المشتتة والنادرة أخذ نيكولاي فأسه بصمت واتجه نحو أقرب مرسى وبعد قليل انتشر صوت رنين ناتج عن ضربات الفأس كما لو أنه كان يحاول قطع ليست شجرة وإنما حجراً وعندما اقتربت وجدت أن فأس نيكولاي ارتد عن قرص المرسى كما لو عن حجر . لقد تعفّن كل شيء في مناخنا الرطب منذ زمن بعيد وتحوّل إلى غبار وتراب . أما هنا في الصحراء فقد تحجّر خشب المرسى وزوارق الصيد . تبخرت الرطوبة كلها عن الأخشاب ولم يبق غير الأملاح ، والأمطار النادرة التي كانت تهطل أحياناً كانت تجلب معها من غبار الجو كميات جديدة من الأملاح وبعد عدة سنوات اكتسبت هذه الأخشاب التي كانت تنزع رطوبتها باستمرار هذه الصلابة التي لم تسمح للفأس بقطعها .

حضّر ماميد على الحطب عشاء ودلواً من الشاي ! نعم دلواً من الشاي لثلاثة أشخاص ، فأجسامنا التي خسرت الكثير من السوائل خلال النهار كانت بحاجة إلى المياه ونحن لا نبخل عليها بهذا لقد شربنا دلو الشاي ـ اغتسلنا وتغرغرنا ناسين الحكمة التركمانية : « تسكب المياه في المكان الذي تكثر به » . فغداً سوف نذهب في نهاية النهار إلى البئر الذي يعرفه ماميد ونملأ منه براميل المياه ، هل رأيت يوماً كيف يحضر سكان الصحراء طعامهم على الحطب ؟ إنهم يطوون ركبهم تحت أجسامهم ويراقبون النار بعناية ويرمون فيها الأعواد والأعشاب اليابسة الواحدة تلو الأخرى بينما تكون شدة النار كالمطلوب تماماً لا أكثر ولا أقل .

حان وقت الغروب واقترب النهار من نهايته . إن الصحراء تستحق الزيارة حتى لو كان ذلك من أجل منظر الغروب البديع وحده . قرص أرجواني ـ محمر كبير يهبط نحو الأفق . من أين حصلت هـذه الوردة القرمزية التي تشبه تلك السحابات الريشية التي تزين بها العرائس . نعم لم تكن هناك في قبة السماء البيضاء ـ السماوية أية غيمة ولكن الظلال الحمراء المتدرّجة تلوّن كل الأفق . وهذا هو قرص الشمس يقترب من الأفق ويعتمد مع قاعدة نارية يشبه شكلها ميناء

الساعة . اختفت الشمس بسرعة بعد أن توقفت عدة ثوان بهذه الوضعية تاركة وراءها في الأفق ظلالاً أرجوانية . ثم حل الليل الأسود وظهرت آلاف النجوم في السماء . وحلّ سريعاً فتنفسنا الهواء العليل بمتعة لايمكن وصفها .

نام نيكولاي بسرعة أما أنا فقد نظرت باللاشعور إلى ميزان الحرارة الذي كان يشير إلى ٢٨مْ بعد أن كانت في النهار في الظلال ٤٤مْ وحرارة الرمال ٧٢مْ . بعد هذه الحرارات العالية تهيأ لنا أن الليل بارد . إن عالم الصحاري شبيه جداً ببعضه فعندما تستيقظ صباحاً لا تعي مباشرة في أي صحراء من هذه الصحاري أنت موجودة . لنقرأ على سبيل المثال ماكتبه الرحالان التشيكيان المعروفان ي.غانزيلكا و م.زيكموند وهما يصفان مبيتهما في الصحراء النوبية : « إن المبيت في الصحراء واحد ليس مهماً أية صحراء فجميعها واحدة ولا يوجد هنا أو هناك . لا تثقل نفسك بحمل فراش ومخدة فالريح الخمسينية تنقل لك هذا . لا تسمع في أي مكان حفيف الأعشاب أو خشخشة الأشجار . فقط نجوم القبة السماوية تحرس هذا الهدوء العظيم الذي يجسد سمواً عظيماً . في الصحراء النوبية لا يمكنك أن تحترس من أن تجد في الحذاء صباحاً عقرباً ساماً أو أن تكتشف وجود أفعى بالقرب من رأسك . هناك تسمع حتى طنين البرغش ، ففوق السهول الرملية يسود صمت لا نهاية له صمت وموت بدون مياه ...

لقد ايقظنا البرد عند الصباح ووجدنا أن قمصاننا وأكياس النوم أصبحت كلها رطبة . لقد كان ميزان الحرارة الموضوع في الرمال يشير إلى ١٢مْ بينما سيقفز بعد ساعات قليلة إلى ٤٥مْ .....

إن هذا شبيه جداً بحالتنا هذه فالفروق الحرارية الكبيرة بين الليل والنهار هي إحدى الميزات الهامة للمناخ الصحراوي وهذا هو أحد العوامل الجيولوجية الكثيرة التي تشكل وجه الأرض تسخن الصخور نهاراً إلى درجة حرارة عالية تحت تأثير أشعة الشمس المحرقة ثم تتبرد ليلاً بسرعة كبيرة . تؤدي التمددات والتقلصات غير المتناسقة للصخور . إلى تقشرها وكثيراً ما نسمع أصواتاً صادرة عن التصدعات المميزة في الصخور الصحراوية ، ثم تتابع الرياح وما تحمله من رمال تخريب هذه الصخور وتؤثر المياه على الصخور ليس فقط من الناحية الميكانيكية وإنما أيضاً من الناحية الكيميائية حيث يحصل كما يقول الجيولوجيون تعرية ميكانيكية وتعرية كيميائية ويضاف إلى هاتين العمليتين عملية التعرية البيولوجية وذلك في المكان الذي توجد فيه نباتات . تمتص جذور النباتات من الصخور ليس فقط المياه وإنما أيضاً

الاتحادات الكيميائية اللازمة للحياة وهي تؤدي إلى تخريب الصخور ميكانيكياً أيضاً فتدخل هذه الجذور في أصغر الشقوق وتوسعها .

لم تضايقنا في محطتنا هذه سموم الأفاعي أو العقارب ولكن أعدادها كانت كبيرة عندما ذهبنا إلى شاطىء الخزر مرة ثانية وكان علينا أن نكون حذرين جداً عند قلب أو تحريك أي حجر حيث يمكن أن يكون تحته عقرب أو أفعى مسافة .

تقسم الصحاري تبعاً لخواص الصخور الموجودة فيها إلى عدة أنواع : الصحاري الرملية ، الحصوية ، الصخرية ، الطينية ، السبخية (الملحية) .

إن أحد أكبر الصحاري الملحية هي تلك الصحراء الموجودة إلى جنوب طهران والتي يصل طولها إلى أكثر من ٦٠٠كم وعرضها ما بين ١٠٠ و ٢٠٠كم .

إن لعمليات التعرية في كل صحراء خواصها ومميزاتها التي تؤدي إلى تشكل أشكال تعرية تذكرنا حتى بالمدن . إحدى هذه المدن كان قد اكتشفها الرحالة والكاتب السوفييتي المعروف ف.أ.اوبروتشيف في جونغار في الصين وقد سماها مدينة ! أول (أول في اللغة الإغريقية القديمة هو اله الريح) .

كتب هذا العالم أنه عندما تقترب من مدينة أول ستشاهد حتى من مسافة بعيدة الجدران المرتفعة والأبراج والأشكال المختلفة للمسلات الحادة والقبب العالية . هناك أشكال متنوعة من الأبراج والجدران والشوارع والأعمدة والتماثيل والمعابد الصغيرة والمدافن كل هذا بنته أعمال التعرية والجرف . إن كل المدينة مكوّنة من أحجار رملية رخوة مع تداخلات من طبقات طينية رملية ذات ألوان خضراء وزهرية وصفراء ويمكن للمياه أن تجرف هذه الأبنية أو أن تنقل الرياح مكوناتها بسهولة .

وصلنا في اليوم التالي إلى هدف رحلتنا ـ ميلي ـ هول . لم يتسنّ لنا معرفة البنية الجيولوجية للمنطقة حيث يحجب بحر الخزر برسوبياته الصخور الأصلية عن أنظارنا ولكن إذا كان هناك ظهور أو تكشف للنفط على السطح فهذا يعني أن النفط يمكن أن يكون موجوداً في الأعماق .

لقد استخدم الإنسان منذ القدم ظاهرة وجود النفط الطبيعي أو الإنبثاقات الغازية التي تصل إلى السطح كعلامة مميزة في البحث . وهناك العديد من هذه الظواهر الموجودة على سطح كوكبنا التي تصادف في أماكن كثيرة وفي مختلف الأعمار الجيولوجية .

لا تعود ظاهرة وجود النفط والغاز على السطح لأي ظروف فيزيائية ـ خغرافية محددة فهذه المواد يمكن أن نصادفها في اليابسة وفي البحر وفي الصحاري عديمة المياه وفي الغابات والمستنقعات وفي السبخات والأنهار والبحيرات وفي الجزر البحرية ولكن الغالبية العظمى من هذه الظواهر المعروفة على سطح الأرض تعود إلى المناطق الجبلية وخاصة المقدمات الجبلية والمنخفضات بين الجبلية . هذا وقد لفت الظهور الكبير للنفط والغاز انتباه الإنسان واهتمامه منذ زمن بعيد . ويتكلم الكتاب المقدس (الانجيل) وهو أحد أقدم الكتب التي وصلتنا عن النفط والينابيع المائية . وقد كتب عن ينابيع النفط اللزج في الصحراء العربية وفي البحر الميت كل من هيرودوت (القرن الخامس قبل الميلاد) وسترابون (القرن الأول قبل الميلاد) وبلوتارخ (القرن الأول قبل الميلاد) .

وأكثر ما كان يذهل خيال الإنسان هو انبثاق الغازات الحارة (النار الأبدية) حيث نسجوا حولها الأساطير وبنوا المعابد الدينية وقد كانت ضاحية باكو أحد هذه الأماكن الدينية .

غالباً ما تترافق الانبثاقات الغازية مع مقذوفات مائية وأوحال ، تتشكل في هذه الحالة على السطح قبب وحلية وتتشكل أحياناً المخاريط الوحلية أو الأحواض الوحلية وذلك في حالة الكثافات العالية للأوحال وهي عبارة عن أحواض دائرية أو اهليلجية في التربة مملوءة بأوحال سائلة ذات لون رمادي . وتعطي الفقاعات الغازية المستمرة على سطح السائل انطباعاً كأن السائل يغلي . وعند الكثافات الأكثر للأوحال يجذبها الغاز نحوه مشكلاً ثورانات من نوع خاص حيث يتشكل على السطح في النتيجة مخاريط من الأملاح يصل ارتفاعها عدة أمتار يمتد على طول الشاطىء الشرقي لبحر قزوين في الجزء الغربي من تركمانيا شريط طويل من الانبثاقات الطبيعية للنفط والغاز يصل طوله إلى أكثر من ١٥٠كم . بتوضع الرمال في الجزء الشمالي من هذا الشريط أما في الجزء الجنوبي فقد اكتشفت ومنذ زمن بعيد أوحال غازية وبراكين وحلية حيث يصل ارتفاع أكبرها وهو غيكباتلاوخ إلى ٦٠م .

لا توجد أية علاقة بين أبعاد الانبثاقات الغازية والنفطية على السطح وبين غنى التوضعات والأكثر من ذلك أنه في بعض الأحيان لا ترتبط الانبثاقات أو التكشفات النفطية والغازية بمكامن اقتصادية (أي أنها ليست كبيرة إلى الحد الذي يمكن أن يكون لاستخراجها جدوى اقتصادية) وعلى الرغم من ذلك فإن لهذه الظاهرة دوراً كبير الأهمية فهي تدل على أنه في منطقة انتشارها توجد الظروف المناسبة لتشكل النفط والغاز ، حيث يمكن للنفط والغاز المتشكلان في باطن الأرض أن يجدا بشكل أو بآخر لنفسهما طريقا إلى السطح الخارجي للقشرة أو أن يهجرا مكانهما بسبب

العمليات التي تؤدي إلى تخريب الصخور الرسوبية الخازنة لهما ومن هنا فإن هناك أهمية كبيرة لهذه التكشفات أو الانبثاقات خلال عمليات البحث عن النفط والغاز .

ولكن ماذا عن حالتنا هذه ؟ هل توجد مكامن نفطية تحت الرمال أم لا ؟ من أجل الإجابة عن هذا السؤال لابد في البداية من دراسة البنية الجيولوجية للمنطقة . لكن كيف يتم ذلك عندما تكون الصخور الأصلية مغطاة بتوضعات رسوبية أفقية ؟ لقد وجدت الطريقة السيسمية لتساعد في حل هذه المسألة وهي إحدى أكثر الطرق الجيوفيزيائية انتشاراً والتي تساعد في دراسة البنيات الجيولوجية في أعماق الأرض وتعتمد هذه الطريقة على خصائص انتشار الأمواج المرنة في القشرة الأرضية مع العلم أنه يمكن توليد الأمواج المرنة اصطناعياً عن طريق . تفجيرات تتم في آبار ضحلة .

إن قوانين حركة الأمواج السيسمية الصادرة عن مكان التفجير شبيهة بقوانين انتشار الأمواج الصوتية وإن سرعة انتشار الأمواج المرنة في الصخور المختلفة ليست واحدة . فهي تبلغ في الصخور الطينية ١,٨ ـ ٢,١كم / ثا وفي الصخور الكلسية ٣,٢ ـ ٥,٢كم / ثا وفي الكوارتز ٤ ـ ٧كم/ثا وتتميز الأمواج المرنة بخاصية الانكسار عند عبورها من وسط إلى آخر بشكل مشابه لتلك التي تحدث في الأمواج الضوئية . يرتد جزء من الأمواج السيسمية إلى سطح الأرض وذلك عندما تلتقي هذه الأمواج بالصخور الكثيفة (المتراصة) حيث يقوم جهاز مستقبل حساس ـ سيزموغراف بتسجيل هذه الارتدادات ويمكن عن طريق العلاقة بين زمن عبور الأمواج المنكسرة أو المنعكسة وبعدها عن مكان التفجير الحكم على ظروف توضع الصخور تحت السطح . وقد تم في المنطقة المدروسة وبمساعدة هذه الطريقة السيسمية اكتشاف طية التكلينالية(*) تحتوي على توضعات نفط وغاز أدت إلى اكتشاف مكمن كوتور ـ تيب .

اتجه فريقنا بعد أن أخذنا كمية من العينات اللازمة إلى ذلك المكان الذي كان من المفروض أن نحفر فيه بئراً صغيراً بحثاً عن المياه العذبة . صارت الأبل التي لم تشرب ولا مرة واحدة خلال الرحلة تزمجر معبرة عن عدم رضاها . أما بالنسبة لي فقد حلمت بروضة صغيرة وظلال رائعة وذلك عندما تذكرت الغابة التي حدثني عنها ماميد وأخيراً صاح ماميد الذي دار حولنا طويلاً باعتباط :

(*) الانتكلينال ــ بنية جيولوجية محدبة أو هو عبارة عن طيات محدبة يشغل جزئها المركزي الصخور الأكثر عمراً بينما تشغل الصخور الأحدث عمراً الأجزاء الخارجية وكثيراً ما ترتبط بهذه البنيات الجيولوجية مكامن نفطية أو غازية . ــ المترجم

ـ هنا سوف نحفر ، فالمياه العذبة يجب أن تكون قريبة ؛ على عمق ١ ـ ٢م .

ـ لكن ماذا عن الغابة ؟

فنظر ماميد إليّ دون أن يخفي دهشته قائلاً :

ـ هذه هي الغابة ! ألا ترى ؟ قال هذا وهو يشير إلى بعض شجيرات الساكساولا . كانت الأغصان ملتفة بشكل غريب وتصل تقريباً إلى الأرض وفي نهاية الزرع تتعلق عناقيد أو وعساليج صغيرة أما الأوراق فكان يبدو للوهلة الأولى بأنها تغيب تماماً على الرغم من أن علماء النبات يقولون أنه توجد في هذه الشجيرات أوراق صغيرة على شكل حراشف لا توجد لا رياض ولا ظلال ! ليس من قبيل الصدفة كانوا يسمون غابات الساكساولا غابات بدون عيدان على كل حال مهما كانت الظلال فهي موجودة ولكن لنقل بأنها نصف ظلال ومن الممتع الجلوس حتى تحت نصف الظلال هذه في مثل تلك الحرارات العالية تحت أشعة الشمس المحرقة إن جذوع الساكساولا صلبة جداً وهي ثقيلة إلى درجة أنها تغرق في المياه .

لقد كنا محظوظين جداً فقد ظهرت المياه في البئر على عمق متر واحد تقريباً ولكن فرحتنا لم تدم طويلاً فكان للمياه طعماً مالحاً يجعل شربها غير ممكن لم أرَ ماميد من قبل أبداً غاضباً وحزيناً بالشكل الذي رأيته فيه في تلك اللحظة فأخذ يسير ويدور حول هذا المكان ثم قال بصوت واثق :

ـ هذا هو المكان الذي قال لي أبي عنه فكيف يمكن له أن يخطيء ؟ فالمياه مالحة !! وبالفعل هل أخطأ أبو ماميد أم ماميد نفسه هو الذي أخطأ في اختيار المكان ، على كل حال كل الدلائل كانت تشير إلى أن اختيار هذا المكان كان صحيحاً . ومن المحتمل أن أباماميد قد شرب من هذا المكان مياهاً عذبة بالفعل منذ عدة سنوات مضت . إن المياه الجوفية في الصحراء الموجودة على أعماق ١ ـ ١,٥م تتبخر بشكل شديد وخلال عملية التبخر تصل مياه مالحة جديدة حيث وعلى حساب المياه الجديدة تصبح المياه الجوفية مالحة تدريجياً . فعلى ما يبدو أنه في الماضي البعيد كانت هناك توضعات غير كبيرة من المياه الجوفية حماها من عملية التبخر وجود كثبان رملية كبيرة ثم انتقل هذان الكثبان نحو الغرب . لم يحم الكثبان هذه المياه من التبخر فحسب وإنما كان يغذيها بالمياه أيضاً ، ولكن أليس من الغريب أن نجد في رمال الكثبان الجافة مياهاً عذبة ؟ إنها مياه متكاثفة فالهواء الجاف الموجود في الصحراء الذي يحتوي دائماً على كمية قليلة من الرطوبة يتغلغل نهاراً في الرمال ثم تتكاثف المياه بسبب الهبوط الكبير

في الحرارة ليلاً ولهذا السبب فإننا نجد في معظم الأحيان في الكثبان الرملية الكبيرة رمال مبللة أو على الأقل رطبة مع مياه عذبة حتى أنه توجد في الصحاري الحجرية طرق لبناء ينابيع اصطناعية حيث تجمع كميات كبيرة من الأحجار على شكل هرم ثم يتم في قاعدة هذه الإهرامات انشاء حفرة ومسيلات من أجل جميع المياه . إن هذه الينابيع غير كافية بالطبع من أجل ري الأراضي ولكن عابر السبيل المتعب يجد دائماً ما يبلل عروقه .

إذا كانت الأجزاء الغربية من صحراء قره كوم تمتد الآن في منطقة كانت في السابق قعر لبحر قزوين لوجود السبخات الملحية أمراً مفهوماً ولكن السؤال الذي يطرح نفسه ماهو سر وجود المياه الجوفية العذبة في الكثبان الرملية ؟ فيجب أن تصبح مياه الأمطار عند اختلاطها مع المياه الملحية مالحة ، كذلك فإن رسوبيات البحر المتراجع والمختفي يجب أن تكون طينية وملحية فمن أين أتت الرمال ؟ لقد وجد ب.أ.فيدوروفيتش مصاريع رخويات نموذجية للمياه العذبة في المكان الذي كان يشغله خليج كيل - كور مما ساعد على الافتراض أنه في زمن من الأزمان كان يصب في الخليج نهر ما وبالفعل فإن مجرى نهر أوزبا القديم يلاحظ في بعض الأمكنة بوضوح - يمكن ملاحظته بوضوح أكثر من خلال الصور الملتقطة من الفضاء .

لقد عرف بيوتر الأول أنه في يوم من الأيام كان يجري في صحراء قره كوم نهر يصب في بحر قزوين من المحتمل أن يكون أموداريا ، وقد حلم القيصر بأن يرجع أموداريا إلى مجراه القديم وجعله يصب من جديد في بحر قزوين وبالتالي تنظيم تجارة مربحة مع البلدان الآسيوية على هذا الطريق النهري . وفي ١٧ أيار عام ١٧١٤ جردت حملة من أجل التحقق من الامكانية الفعلية لتحقيق هذه الأهداف .

وبالفعل فقد تحققت الحملة من وجود نهر أوزبا الجاف في الصحراء . وفي عام ١٧١٧ وبأمر من بيوتر الأول تم بناء حصنين روسيين على الشاطىء الشرقي لبحر قزوين وقد تم لاحقاً إثبات أن نهر أوزبا (الغربي) كان ينبع في زمن ما من بحيرة مياه عذبة كان قد شكلها نهر أموداريا القدير .

كانت تتشكل على مجرى نهر أوزبا في بعض الأمكنة ظروف مناسبة لتشكل بحيرات عذبة أحياناً ومالحة أحياناً أخرى ولكن إذا كانت الرمال في صحراء قره كوم نهرية فأين هو ذلك النهر العظيم الذي نقلها ؟ أمن المعقول أن يكون أموداريا ؟ إذا نظرت إلى الخريطة ستجد أن صحراء قره - كوم العظيمة تتقاطع مع خط نهري أزرق ملاحظ بصعوبة . وحسب معطيات ب.أ.فيدرروفيتش فإن أموداريا كان ينقل وسطياً في كل متر مكعب من الماء أربعة

كيلو غرامات من الرمال وخلال ٤٥٠,٠٠٠ سنة من زمن الرباعي استطاع أن يغطي كل منطقة مروره بطبقة مستوية من الرسوبيات تصل سماكتها حوالي ٧٥٠م . لقد ضاع النهر في السهول اللامتناهية الملتصقة بالجبال وأدت كميات الرسوبيات الكبيرة التي كان يجلبها النهر إلى تشكيل حواجز تعترض طريقها وخلال فترة الفيضانات الغزيرة كان النهر يكتسح في طريقه كل ما بناه الإنسان أو كان يغير مجراه وعندما كان يغير النهر مجراه وبوجود المناخ الحار كان يؤدي إلى دمار كل القرى أو حتى المدن والدول المنتشرة على ضفافه وهكذا وعلى ما يبدو فإنه قبل ٢٤٠٠ سنة قبل الميلاد كانت تقوم على ضفاف أموداريا مملكة هوريزم ذات الحضارة المتطورة . وفي كل الأحوال تدل أعمال التنقيب أن الري كان يستخدم في الأعمال الزراعية .

إن الهجوم الصحراوي على الأراضي الزراعية هو إحدى المصائب البشرية التي ما زالت موجودة حتى الآن . فعلى سبيل المثال التهمت الصحراء الكبرى وحدها وخلال سنة واحدة ٦٥مليون هيكتار من الأراضي الزراعية باتجاه الجنوب .

إن الشيء المحزن حقاً هو أن الزحف الصحراوي لا يكون في بعض الأحيان نتيجة لعوامل جغرافية طبيعية (تغير مجرى الأنهر ، المناخ ، اتجاه وقوة الرياح ... الخ) وإنما نتيجة التصرفات الخاطئة للإنسان نفسه (قطع أشجار الغابات ، إزالة الغطاء النباتي جر المياه للري ، أعمال الري غير الناجحة التي تؤدي إلى تمليح الأراضي وغير ذلك) .

في صحراء تار الواقعة غرب الهند يستمر وصول الرمال إلى الأراضي الزراعية وقد اكتشفت قنوات ري قديمة في مركز هذه الصحراء تقريباً . كانت هذه القنوات قد بنيت منذ أكثر من ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد ومن المعروف أنه في هذه الصحراء يوجد مكامن لثروات طبيعية مختلفة مثل : الجبس ، الاسبيست ، البيريل ، الزمرد ، الرصاص ، الزنك ، الفضة ، الأملاح وغير ذلك .

ويختفي تحت الرسوبيات المنقولة الحديثة في صحراء قره - كوم الكثير من أسرار تاريخ البشرية وما زال نهر اموداريا الغزير حتى الآن يحاول أن يقوم بدور قطاع الطرق بهجومه على القرى والمدن مما أدى إلى اتجاه إجراءات احتياطية للحد من خطر غضب هذا النهر .

من أين يأتي نهر أموداريا بتلك المواد الرملية التي تنتهي ؟ لو أخذت في يدك قبضة رمال من أقرب كثبان ونظرت إلى الأحجار الرملية ستجد أنها رحّالة عظيمة استخدمت في رحلتها

أنواعاً مختلفة من وسائط النقل فموطنها الأصلي يقع بعيداً على بعد مئات الكيلو مترات في الأعالي عند منابع النهر في بامير - « سقف العالم » هنا على السطح تميز صخور نارية واستحالية حيث تتعرّض هذه الصخور إلى تغيرات حرارية حادة بين الليل والنهار .

تتشقق الصخور ثم تتغلغل في هذه الشقوق المياه التي تمتص الملح من الصخر ثم عندما تختلف درجات الحرارة إلى حد كبير ليلاً أو نهاراً تتحول المياه الموجودة في الشقوق إلى جليد فتمدد مما يؤدي إلى تكسر قطع صخرية وبالمناسبة يقولون إن القدماء كانوا يستفيدون من هذه العملية الطبيعية التي تتم على الصخور . فأعمدة الكنيسة اليسوعية في لينينغراد (سانك بيتربورغ) على سبيل المثال مأخوذة من جلاميد كاملة من الغرافية فقد كانوا يصببون المياه على طول تكشفات الغرافيت وعلى مسافات معينة عن طريق ثقوب يحفرونها . اسعدني الحظ في عام ١٩٧٦م بالسفر بواسطة السيارة مع مجموعة من الجيولوجيين المشاركين في المؤتمر ولانجاز العمل لابد من مشاركة الرياح التي تأخذ من الصخور أكثر الفلزات رخاوة أو تقوض الجلاميد الصخرية الجاهزة لانهيار فتقوم بنسفها بالرمال التي تحملها معها وأخيراً وبتضافر كل عوامل التعرية تنفصل عن الصخور الأصلية شظايا صخرية ذات مقاييس مختلفة وتبدأ رحلتها - في البداية كتدحرج نحو الأسفل مشكلة جلاميد صخرية ثم تدحرجها التيارات النهرية وتنقلها إلى المكان الذي تخف فيه طاقة النهر وهنا يستمر عمل الحصى والرمال التي تضر بها مؤدية إلى سحجها وتفتيها إلى حصى ورمال . وينقل هذا النهر الشظايا متابعاً عملية سحجها ومعالجتها وتصنيفها ، وأخيراً ينقلها إلى السهول الواسعة وهنا من جديد يبدأ عمل الرياح والنقل الهوائي وتبدأ الحركة التي لا تنتهي في الصحاري .

هذا يعني أنه في صحراء قره كوم يوجد ليس فقط رسوبيات ملحية للبحار وخلجانها وإنما أيضاً رسوبيات عذبة لأنهار وبحيرات وعند وُجود الظروف المناسبة يمكن أن تتراكم في هذه الصخور رسوبيات هوائية . ويمكن للرسوبيات الهوائية على الرغم من ضآلتها أن تشكل في الصحاري أحواضاً ارتوازية . تشبع المياه الارتوازية الخزانات تحت الأرضية ويرتبط انتشارها وتوزعها بشكل كامل مع شكل وحجم الخزان الارتوازي وهي لا تمتلك سطح حر كما أن الخزان يكون مغطى من الأعلى وخلافاً للمياه الجوفية الأخرى فإن المياه الارتوازية تكون مضغوطة . إن الأحواض من هذا النوع معروفة في كثير من صحاري العالم ولكن ... أغنى الصحاري من هذه الناحية هي في استراليا حيث تشغل الصحاري هنا حوالي نصف القارة التي تمتد على ارتفاع ٢٠٠ - ٦٠٠م فوق سطح البحر وهذه الصحاري تنتشر بشكل رئيسي

في الأجزاء الغربية والمركزية من القارة التي تفصلها جبال استراليا الشرقية عن تأثير المحيط الهادي . ثم يتولى الصقيع بقية العمل الجيولوجي العالمي الخامس والعشرين في استراليا عدة مئات الكيلومترات ، يوجد على السفوح الغربية للجبال الاسترالية الشرقية غابات رائعة عن الأوكالبتوس التي تتناوب مع السافانا والسافانا هي عبارة عن صحراء حجرية تتحول باتجاه الغرب إلى صحراء رملية جافة وتعتبر السافانا الاسترالية جنة بالنسبة لرعاة المواشي - نباتات عالية أطول من الانسان تبقى خضراء على مدار السنة ، وهنا لا توجد الوحوش المفترسة التي تتميز باعتدائها على المواشي ولا توجد أيضاً حاجة لتحضير الأعلاف ، إن النباتات العشبية الغزيرة تؤثر على غابات الأوكالبتوس وتلتهم هذه الغابات من دون رحمة . لا يوجد هنا طلب على الأخشاب - ثم لا يقطعون الغابة .

يقوم رعاة المواشي بتعرية كل شجرة وتيبس الأعشاب وهي مستمرة بالوقوف فتشكل غابة ميتة تشغل مئات الكيلومترات المربعة . تولد هذه الغابات الميتة انطباعاً مدهشاً ، إنك تشتم بالقرب رائحة الصحراء التي ستلتهم السافانا الخصبة وإن إعادة تنمية هذه الغابات يتطلب جهوداً هائلة ، ومواداً كثيرة .

وعلى الحدور وسط غابة الأوكالبتوس يبرز مرج يتميز بجذامير كثيرة . بدا لنا وكأنه لأول مرة نرى اقتطاع الأخشاب في الغابة ولكننا أخطأنا فقد كان هذا المرج عبارة عن حمى جيولوجي حكومي لغابة من عمر الميزوزوي وتعتبر الجذامير عبارة عن أخشاب ميزوزوية متحجرة . لقد ظهرت الأراضي الميزوزوية اليابسة والتي كانت تغطيها الغابات في زمن ما على السطح من جديد تحت تأثير العوامل التكتونية وعوامل التعرية وقد سُمِح لي بشكل استثنائي أخذ قطعة خشبية متصلبة تظهر فيها الحلقات السنوية بوضوح (كما في الصورة) .

فنحن نقف الآن على مكان ظهور أو تكشف الصخور الميزوزوية على السطح وهي تتعمق نحو الغرب منغمسة تحت الرسوبيات الأحدث عمراً . توجد في رسوبيات الميزوزوي صخور رملية خازنة جيدة بالإضافة إلى صخور غضارية مغطية متراصة فتشكل هذه الرسوبيات خزانات طبيعية رائعة تملؤها المياه الجوفية العذبة وتمتد بعيداً في منطقة الصحراء . تأمل فقط كيف أنه تحت الصحراء الجافة توجد بحار مياه العذبة وكما يقول الجيولوجيون إن احتياطي المياه العذبة موجود في كثير من الصحاري العالمية (الصحراء الكبرى صحاري آسيا الوسطى وغيرها) لكن كل الأحواض الارتوازية المذكورة بعيدة كل البعد عن شواطىء خليج كل - كور المختفي .

لقد كنا في مأزق صعب جداً ، وقد نسينا الحكمة التركمانية : «تحفظ المياه حتى المياه» . إن البقاء صيفاً يومين أو ثلاثة أيام في وسط الصحراء من دون ماء هو الموت بعينه ومن حظنا أن مياه البئر قد أعجبت الجمال وشربت منها حتى ارتوت وساعدتنا بعض أكواز المياه التي ما زالت محفوظة في أحد البراميل حتى وصول إلى الجبل . لقد كان شكلنا عند وصولنا إلى هنا مخيفاً جداً . خدود مقعرة ملوحة بالشمس ، عيون حمراء مغبرة وفي الفم لسان يكاد لا يستطيع النطق ولكن قوة الشباب عادت بسرعة وبدا لنا بعد يوم واحد أننا نجهز انفسنا للارتحال من جديد .

ـ انتم الجيولوجيون تبحثون عن الثروات الطبيعية المختفية تحت الرمال في صحرائنا هذه وهذا شيء جيد ، ولكن ماذا عن الصحاري الأخرى ؟ ـ سأل ماميد

يوجد الكثير من الفلزات والثروات الباطنية المختلفة في كل صحاري العالم . وقبل كل شيء الفلزات الملحية المتنوعة والمتوضعة على السطح أو بالقرب منه ، فالمناخ الصحراوي أو نصف الصحراوي يشكل وسطاً مناسباً لتشكل بحيرات أو خلجان ملحية ومنها يستخرج ملح الطعام ـ الصودا ـ الأملاح الآزوتية المختلفة ـ المغنزيوم ـ البروم ـ البوتاسيوم وعناصر أخرى . وقد وجد في صحاري الشرق الأدنى الفحم الحجري ـ الحديد ـ والمنغنيز ، المعادن الملونة (القصدير ـ الزنك ـ النحاس) ، الفضة والذهب ، بينما اكتشفت في صحاري شمال أفريقيا بالإضافة إلى الأملاح المعادن السوداء والملونة أما في استراليا فقد تم اكتشاف احتياطي اقتصادي من الفحم الحجري ـ الحديد ـ النحاس وغيرها من المعادن الملونة ـ الذهب ، خامات اليورانيوم وفي صحاري جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية تم اكتشاف اليورانيوم والتيتانيوم وفي صحراء تشيلي ـ الكبريت والفوسفور والنحاس والفضة . بينما يصادف الكبريت ونترات البوتاسيوم بشكل كبير في كثير من صحاري العالم .

من الممتع إلى حد كبير تاريخ التلال الكبريتية في صحراء قره كوم . إن هذه التلال بالإضافة إلى أماكن انبثاقات الغازات الحارة معروفة بالنسبة إلى سكان المنطقة منذ زمن بعيد . وقد وضع أ.ي.فيرسمان أول وصف علمي لهذه التلال في عام ١٩٢٥م ، وبناءً على الحاجة بدأ استخراج الكبريت في هذه المنطقة منذ عام ١٩٣٠ . وقد لفت فيرسمان النظر إلى انبثاقات الغازات الحارة مشيراً إلى احتمال وجود مكامن غازية في الأعماق وبالفعل فقد تم فيما بعد اكتشاف مكمن زياغلي ـ دارفازينسك الغازي يربط العلماء تشكل فلزات الكبريت مع الهيدروكربونات في كثير من الحالات ، فكما ذكرنا يعتبر الجبس من الفلزات المألوفة على

سطح الصحراء فإذا أثرت الهيدروكربونات على هذا الفلز يمكن أن يتشكل الكبريت الحر .

يوجد في أعماق بعض الصحاري كميات كبيرة من المياه الحارة ، العذبة أو المالحة وعلى سبيل المثال تصل حرارة المياه في منخفضات مناطق قزوين على أعماق سبعة آلاف متر حوالي ١٨٠مْ ، بينما تصل الحرارة في أعماق أكبر وفي نفس هذا الخزان إلى ٣٠٠مْ أو أكثر . يدل الإحصاء الذي قدمه م.ب بيتروف أن احتياطي الطاقة في منخفض قزوين يزيد بـ ٨٤٠ مرة عن الطاقة الحرارية السنوية التي تنطلق من اشتعال مواد الاحتراق الأساسية في الاتحاد السوفييتي .

إن أغنى الثروات الطبيعية في الصحراء هي توضعات النفط والغاز وهي معروفة في صحاري كل القارات عدا منطقة القطب الجنوبي . وهناك أسباب تدعو للافتراض أنه تحت الغطاء الجليدي في منطقة القطب الجنوبي حيث تم اكتشاف الفحم توجد مكامن هيدروكربوناتية . وفي الاتحاد السوفييتي على سبيل المثال يوجد الكثير من مكان النفط والغاز المكتشفة في الصحاري ونصف الصحاري التي تحيط بحر قزوين من الشمال والشرق . فقد استخرج النفط من حقول ايمين (في كازاخستان) وعرف حقل تشيكلين الذي يقع في شبه الجزيرة والتي كانت منذ زمن غير بعيد جزيرة . وفي السنوات الأخيرة فقط تم اكتشاف أكثر من عشرة حقول نفط وغاز في الصحراء البريكاسبية بما فيها حقول استراخانكي ـ جان جولسك وغيرهما .

وخارج حدود الاتحاد السوفييتي تعتبر صحاري الشرق الأوسط من أغنى الصحاري بالنفط والغاز ويعتبر حقل بورغان الذي اكتشف منذ عام ١٩٧٨ في الكويت أحد أكبر هذه الحقول وهو يرتبط بطية التكلينالية كبيرة (١٥ × ٤٠ كم) تشغلها ثلاث قبب صغيرة : بورغان ، مقفا وأحمدي .

وفي المملكة العربية السعودية يوجد حقل غافار الذي حصل على شهرة كبيرة . وهذا الحقل معروف منذ ١٩٤٨ وهو أحد أكبر حقول النفط في العالم حيث قدر الاحتياطي النفطي الأولي الممكن استخراجه يرقم خيالي بلغ عشرة مليارات طن .وتعطي بعض الآبار المستقلة من هذا الحقل ١٥٠٠ طن من النفط يومياً .

وجدير بنا أن نذكر هنا أيضاً أحد حقول النفط الضخمة جداً وهي حقل حاسي مسعود الموجود في الصحراء الجزائرية التي تملك بنية جيولوجية هامة جداً . وقد اكتشف هذا الحقل

عام ١٩٥٦م وقدر الاحتياطي الذي يمكن استخراجه بـ ١,٥ مليار طن ، بينما تصل معطائية النفط في بعض الآبار الى ١٧٠٠ طن في اليوم .

يعتبر التحضير للرحلة أحد أهم العناصر في عمل الجيولوجي : يجب استيضاح الأبحاث التي نفذت من قبل وما هي الفوائد منها ، ما هي الأمور التي ما زالت غامضة ، وضع وظيفة بحث بشكل دقيق وإيجاد أفضل الطرق واسهلها لتنفيذ الوظيفة المطلوبة . وعدا ذلك يجب التفكير طبعاً في المواصلات وفي المؤونة اللازمة من طعام وشراب وتجهيزات المعسكر وغير ذلك .

لقد عرف السجاد التركماني منذ القدم بجماله وحسن صنعته حتى أن الرحالة المشهور ماركو بولو وجد لنفسه الوقت ليكتب عنه في مذكراته . إن الفلكلور والفنون الشعبية التطبيقية تعكس بشكل أو بآخر الوسط المحيط ، ولكن من أين كل هذا التنوع المدهش بالألوان في تلك الصحراء الرمادية المقفرة .

عرضت ما أفكر به على ماميد ، فابتسم بمرح كعادته وقال : تعال في الربيع وسترى .

وبالفعل عندما عدت في السنة التالية في بداية الربيع ،أراني ماميد الأعجوبة ـ صحراء مليئة بالأزهار لقد تلونت الرمال بأعداد لا حصر لها من الأزهار الرائعة ، وكانت أزهار السوسن أكثر هذه الأزهار انتشاراً ، وقد شكلت بألوانها الحمراء والصفراء لوحة فنية رائعة وتوجد أنواع أخرى من الزهور ، صغيرة الحجم ولكنها ناصعة ورائعة الجمال ، ذات ألوان زرقاء وبيضاء... الخ . كم هو مؤسف أن تختفي هذه الأزهار بعد أسبوع أو أسبوعين على الأكثر تحت تأثير أشعة الشمس المحرقة . وهكذا فمن هنا جاءت الألوان والزخارف الرائعة المستخدمة في السجّاد التركماني ! فكل سجادة صنعتها أيادي فنانة ، هي عبارة عن لحن أو نشيد غناء الربيع في الصحراء وهكذا فقد حدد طريق الرحلة ، وهو يمر بالقرب من البلقان الكبير والصغير والبلقان الكبير هو عبارة عن هضبة صحراوية يصل ارتفاعها إلى ١٨٨٠م تنحدر من الجهة الجنوبية بشدة باتجاه منخفض قزوين . أما البلقان الصغير فهو عبارة عن جبل مستقل يشبه نصف خيارة ضخمة ملقاة على رمال قره كوم يبلغ ارتفاعها ٧٨٠م يظهر هذا الجبل على اللوحة الصحراوية على شكل بقعة عاتمة ـ تعني بالنسبة للجيولوجي إنها طية التكلينالية ضخمة مكونة من حجر كلسي يعود عمره إلى حقب الميزوزوي . يفصل البلقان الكبير عن الصغير وهدة كبيرة يمكن أن يكون نهر أوزبا قد بدأ بحفرها ثم انجزت الرياح بقية العمل . في الربيع تهب الرياح عادة من جهة بحر قزوين الذي ما يزال بارداً باتجاه مركز الصحراء التي تكون قد سخنت أما في

الخريف فيتم العكس حيث تهب من مركز الصحراء الباردة باتجاه البحر الدافيء ويمكنك أن ترى إذا احتميت من الريـاح بإحدى جهات البلقان الكبير ، وأنت تقف في مكانك ، ودون أن تشعـر بحركة الهواء على بعد ٢٠ - ٣٠م عاصفة هوجاء من الرمال والغبار . إن عبور هذه العاصفة عملية صعبة حقـاً ، فالتنفس صعب والريح يضرب رجليك ووجهك بالرمال التي ستملأ جيوبك ويافة قميصك وحتى ولو كانت مزررة بشكل جيد ، وتنفذ إلى حذائك .

وهناك من جديد وراء البلقان الصغير « بوابة » تفصله عن سلسلة جبال كوبتداغ . إن البوابة هنا أعرض و الرياح ليست إلى هذه الدرجة من الشدة . إن سلسلة كوبتداغ الغربية ، التي هي هدف رحلتنا ، تلوح من بعيد .

في الجبال

عند المرور من جهة الغرب إلى كوبتداغ يمكن أن ترى على السطح توضعات اكتشاغيل وابشيرونا(*) بينما كان يمتد هنا وتحت أقدام كوبتداغ في يوم من الأيام الخط الشاطئي لبحر قزوين . يمكن أن نلاحظ في هذه وغيرها من التوضعات وعلى امتداد عدة كيلومترات كيف أن الرسوبيات الطينية التي توضعت في مياه عميقة تتبدل برسوبيات رملية طينية ثم رملية وأخيراً حصى كونغلوميراتية كبيرة .

تمتد سلسلة جبال كوبتداغ حوالي ٦٠٠ كم تقريباً على طول الحدود الجنوبية للاتحاد السوفييتي والجزر الأكبر منها يقع في إيران . لايوجد هنا جبال عالية مغطاة بالجليد فلا يتجاوز ارتفاع أعلى قمة جبلية ٣١١٧م . وتتميز جبال كوبتداغ وخاصة أطرافها الشمالية الغربية بأعراف متطاولة مكونة من صخور كلسية ورملية تعود إلى عمر الميزوزوي وبوديان طولية ضيقة مكونة من صخور طينية ومارلية من عمر النيوجين والكريتاسي تتراكم فيها شظايا صخرية متدحرجة من الأعراف الجبلية .

تولّد سلسلة الجبال الخالية من النباتات والشعب الجبلية في الصحراء الحجرية شعوراً حزيناً إلى حد بعيد ومن دون شعور تذكرت فقرة من شعر ليرمونتوف (M.D.lepermontof)

ديمون الحزين ، روح مشردة
طارت فوق الأرض الآثمة

إن الأعداد الكبيرة للتكشفات الصخرية الموجودة في الشعب العميقة والجبال الممتدة

(*) **توضعات اكتشاغيل وابشيرونا ــ نسبة إلى اكتشاغيل في تركمانيا وابشيرونا في القفقاس وهي من عمر البليوسين ــ المترجم .**

والجروف تمكن الجيولوجي من أخذ فكرة عن أعماق الأرض وتصور بنية جيولوجية معينة لهذا القطاع الأرضي وتصويره أو التعبير عنه في وثائق جيولوجية ذات دقة هندسية .

تلعب الخرائط الجيولوجية والمقاطع التي تشرحها (يقولون أحياناً - بروفيلات) دور الوثائق الجيولوجية الرئيسية . لنترك سلسلة كوبتداغ لبعض الوقت كي نبين للقارىء كيف ينفذ الجيولوجي ذلك العمل .

لابد من أجل رسم الخريطة الجيولوجية من أن نبيّن على الأساس الطبوغرافي الحدود بين الصخور ذات الأعمار المختلفة المتكشفة على السطح (والتركيب الليتولوجي المختلف) . فيتم إذن تتبع تلك الحدود ووضع أساس لرسم الخريطة الجيولوجية ، تلون الصخور ذات الأعمار الجيولوجية المختلفة والمتكشفة على السطح بألوان خاصة بها . عندما تكون التوضعات الصخرية أفقية تظهر الخريطة الجيولوجية بشكل بسيط جداً : سطح واسع ملون بلون واحد . وفقط في حال وجود أخاديد عميقة في شكل الأرض يمكن أن تظهر أحزمة ضيقة من صخور أقدم عمراً . لكن غالباً ما تملك الصخور ظروف توضع صعبة وهي تتجعد في ثنيات مشكلة تركيباً معقداً إلى حد كاف .

ألغاز وزلازل

توجد في الكرة الأرضية بعض المناطق التي تكون فيها الحركات التكتونية وفي مختلف الأزمنة الجيولوجية فعالة إلى حد كبير - تدعى هذه المناطق الجيوسينكلينات تقدر سرعة الحركة هنا بعدة سنتيمترات في السنة . لكنه تحدث أحياناً حركات مدمرة ترافقها زلازل أرضية حيث يصل تغير شكل سطح الأرض مع الزمن الذي يقاس عندها بالدقائق إلى عدة آلاف الكيلومترات . ويحدث الجزء الأكبر من الزلازل دون تدفق اللافات ولنتذكر ولو زلزال أشخباد المدمر عام ١٩٤٨ الذي يرتبط بحركة الصخور في جبال كوبتداغ لقد دمرت المدينة عملياً . ولاشك أن القارىء لازال يذكر أيضاً زلزال المكسيك الذي حدث عام ١٩٨٦ .

وفي كانون الأول من عام ١٩٨٨ حدثت هزة أرضية قوية (٨ - ٩ درجات) في الجزء الشمالي من أرمينيا . لقد أدى هذا الزلزال إلى تدمير كل مدينة سبيتاك تقريباً ومعظم قرى المنطقة . وقد عانت من هذا الزلزال أيضاً وبشكل كبير جداً مدن لينينكان ، كيروفان ، ستيبانوفان . وقدر عدد الضحايا بعشرات آلاف الأشخاص . وقد هرعت فرق النجدة لانقاذ

الأشخاص الذين قدرت لهم الحياة من تحت انقاض المباني من جميع أنحاء الاتحاد السوفييتي ومن الولايات المتحدة الأمريكية وفرنسا وانكلترا وغيرها .

إليكم أحد الألغاز الجيولوجية : في ١٩٧٦ وعام ١٩٨٤ حدث في منطقة غازلي في أوزبكستان هزتان أرضيتان مدمرتان . ونتيجة لما حدث دمرت المباني جميعها تقريباً . بينما لم تصب المنشآت تحت الأرضية (الآبار) لاستغلال الغاز بأي ضرر يذكر فكيف يمكن تفسير ذلك ؟ الجواب هو أنه عند حدوث الهزات الأرضية تنتقل الموجات السيسمية من الأوساط الكثيفة (المتراصة) إلى الأقل كثافة سائرة على طول سطح الأوساط الصلبة دون أن تنعكس أو تنكسر . وهذا ما يسبب الدمار للسطح بالتحديد . يصل مدى الحركات العمودية في الجيوسينكليناﻻت التي تتميز بأن الأرض تكون فيها على شكل جبال وبنشاط بركاني إلى عدة كيلومترات وتكون فعالية الحركات التكتونية أقل في المناطق الفسيحة الأخرى - البلاتفورمات. تسمى نواة القارات بالدروع : وهي مناطق في باطن البلاتفورما حيث يظهر على سطحها صخور استحالية قديمة . تكون الطبقات في حدود الدروع كما هو معروف مجعدة في ثنيات معقدة - وتعتبر هذه آثاراً لعمليات تكتونية حدثت في زمن ما .

مازالت أسباب الحركات التكتونية غير محددة بشكل أكيد . يفترض أن الأرض تنضغط وتتشكل الجبال والطيات التي تظهر كتجعيدات على القشرة الأرضية كنتيجة لنقص الحجم .

هناك رأي آخر معارض مفاده أن الأرض تتمدّد ممزقة غلافها الخارجي ، فتشكل بقايا الأرض القديمة القارات بينما تنغمس قطاعات القشرة الحديثة تحت المحيطات . وهناك أيضاً نظرية التطور « النبضي » للأرض . حيث تتعرض الأرض حسب هذه النظرية إلى تناوب عمليات ضغط وتمدد وحسب رأي بعض الباحثين أن سبب كل شيء هو عدم التجانس الثقلي لكتلة الأرض وبشكل رئيسي المعطف . ويرى آخرون أن السبب الرئيسي هو النشاط الاشعاعي لمواد المعطف .

انتشرت في السنوات الأخيرة بشكل واسع فرضية تكتونيك الصفائح ، والتي حسبها تتألف الأرض من عدة صفائح صلبة تتميز بقدرتها على الحركة في الطبقات العليا اللدنة من المعطف (الاستينوسفير) ، يحدث في مناطق التباعد نمو الميتوسفير على حساب المواد الآتية من باطن الأرض من المعطف . في أماكن أخرى تتصادم الصفائح فينزلق بعضها تحت الآخر ويمتص المعطف مواد الصفائح المنغمسة وطبقاً لهذه الفرضية لم يحدث أي تغيير جوهري لحجم الأرض خلال التاريخ الجيولوجي . فاختصار وامتصاص الليتوسفير في بعض الأماكن

يعوضه نموه في أماكن أخرى . ويلاحظ أكبر نشاط تكتوني عادة في أطراف الصفائح وخاصة في ظروف التصادم .

إذا كانت أسباب الحركات التكتونية مازالت غير محددة بشكل أكيد فإن أشكال ظهورها قد درست بشكل جيد . فهي توجد بأشكال ضخمة ـ قارات وقيعان محيطات وبأشكال صغيرة جداً ـ شقوق وتجعدات صخرية . وتتغير أحياناً الصخور خلال الحركات إلى أشكال معقدة دون انقطاع في استمراريتها بينما تتمزق أحياناً أخرى مشكلة أعداداً كثيرة من الشقوق والانقطاعات ذات مقاييس مختلفة جداً . وكثيراً جداً ما تصادف هذين الشكلين التكتونيين مع بعض فكيف لنا أن نصور كل هذا على الخريطة ؟ من أجل ذلك علينا أن نتعرف أولاً على بعض المصطلحات الجيولوجية التي تعكس ظروف توضع الصخور .

إن لكل طبقة سطح يميزها عن الطبقات المتوضعة فوقها أو تحتها . نسمي السطح العلوي بسطح الطبقة والسفلي بأسفل الطبقة ويسمى البعد بين السطحين العلوي والسفلي للطبقة بسماكة الطبقة . ويعتبرون عادة أن السطحين العلوي والسفلي للطبقة متوازيان في مكان القياس . وعندها تقاس السماكة عن طريق الخط العمودي على هذين السطحين .

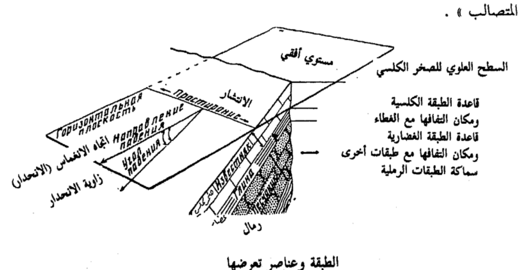
يهتم الجيولوجي قبل كل شيء بكيفية انتشار الطبقة التي يدرسها . فإذا تصورنا أن سطح الطبقة التي ندرسها يتقاطع مع المستوي الأفقي فسيتشكل في مكان تقاطعها خط يقع على سطح هذه الطبقة . وإذا قاطعنا في الخيال سطح الطبقة مع عدة مستويات أفقية تفصلها مسافات متساوية تقع على ارتفاعات (أعماق) محددة بالنسبة لسطح المحيط ، فسيتشكل لدينا صورة للطبقة . تماماً كما نفعل عند رسم الخرائط الطبوغرافية ولكن في الخرائط الطبوغرافية يعبّر عن شكل سطح الأرض المرئي بخطوط أفقية وفي حالتنا هذه تعبر هذه الخطوط عن سطح الطبقة نفسه ولكنها تدعىٰ هنا بخطوط المناسيب ويسمى سطح الطبقة الممثل بخطوط المناسيب بالخريطة البنيوية .

يؤخذ سطح الطبقة الظاهر في نقطة المراقبة على أنه مستوي . وكما هو معروف في علم الهندسة يمكن أن نحدد مستويا في الفراغ من ثلاث نقاط لا تقع على خط مستقيم واحد أي من خط مستقيم ونقطة تقع خارجه وأخيراً من خطين مستقيمين متقاطعين . يستخدم الجيولوجي هذه المفاهيم الهندسية البسيطة عند انشاء الخرائط الجيولوجية والبنيوية يتم تحديد عناصر خط الطبقة ـ امتداده وانحداره وتحت مفهوم انحدار (ميل) الطبقة يفهم الزاوية العظمى بين المستوي الأفقي وسطح الطبقة . وتتعامد خطوط امتداد الطبقة وخطوط اتجاه

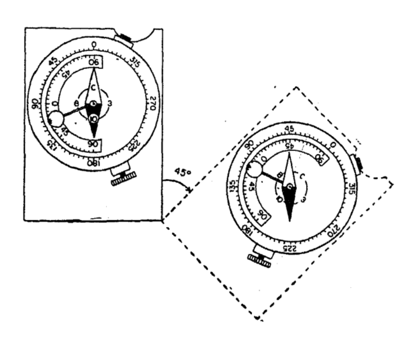
الانحدار دائماً ، وفي المناطق الجبلية حيث الانحدارات كبيرة إلى حد كاف يمكن معرفة عناصر خط الطبقة بمساعدة بوصلة صخرية .

وتمتلك البوصلة الصخرية بعض الخصائص التي تميزها عن البوصلة العادية والتي يمكن أن نتذكرها . تثبت البوصلة الصخرية دائماً على صفيحة قائمة الزاوية ذات جانب طويل وآخر قصير . تنطبق الناحية الطويلة على الاتجاه جنوب شمال (٠ ـ ١٨٠ْ) . ويوجد في الجهة اليمنى مشد لتثبيت المؤشر المغناطيسي ، يجب تدريج الشبكة على البوصلة بعكس اتجاه عقارب الساعة ، توضع الناحية الطويلة من البوصلة حسب الاتجاه المنشود ، فتدل النهاية الشمالية للمؤشر على اتجاه السمت . وإذا أدرنا البوصلة باتجاه شمال شرق لنقل ٤٥ْ عندها تدل نهاية المؤشر تحديداً إلى ذلك الاتجاه ويوجد مقياس على البوصلة لتحديد زاوية الميل .

أما قياس عناصر خطوط الطبقة يتم على النحو التالي : بعد اختيار بقعة مستوية على سطح الطبقة نضع عليها لوحة كرتونية أو خشبية رقيقة وذلك لتخفيف خشونة سطح الصخر ثم نضع حافة البوصلة على اللوحة وندور البوصلة إلى الحد الذي نقرأ فيه على المقياس الزاوية العظمى التي تعني زاوية الميل . ثم نقلب البوصلة على الناحية المسطحة ونرسم الخطين المتعامدين على حوافها وهما ينطبقان على خطي امتداد وانحدار الطبقة ويمكن كذلك أن نجري القياس ببعض الطرق الأخرى . نضع البوصلة على حافتها وندير ها حتى يدل المؤشر على الزاوية ٠ ـ هذا نفسه يحدد في البداية خط امتداد الطبقة ، ثم نكمل القياس بشكل منطقي حيث نرسم خط الانحدار العمودي على هذا الخط يسمي الجيولوجيون هذا عادة بـ « الامتداد المتصالب » .



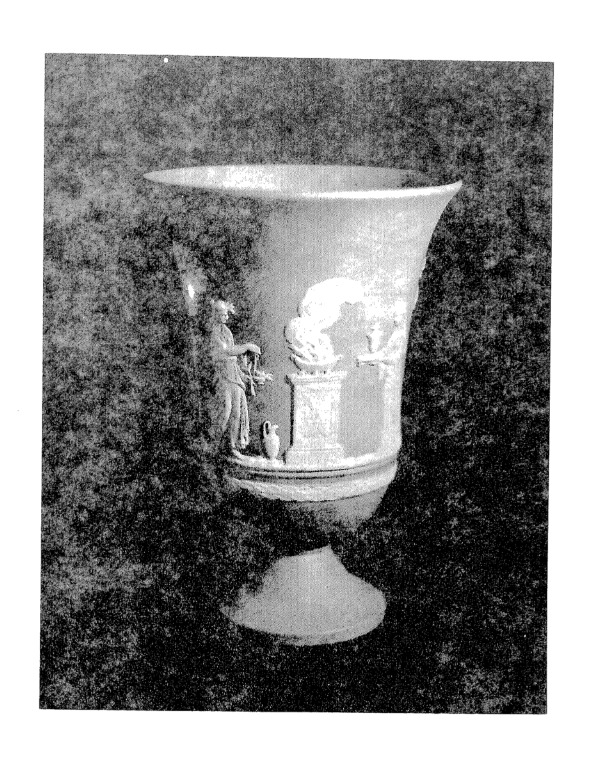
الطبقة وعناصر تعرضها



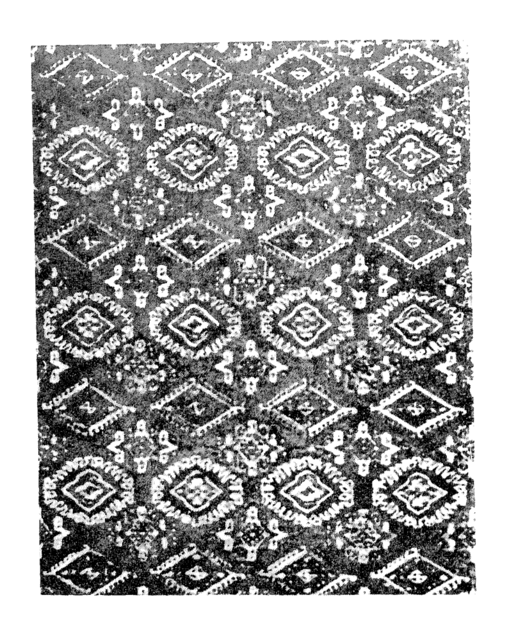
البوصلة الجيولوجية

ـ رحلة عمل جيولوجية

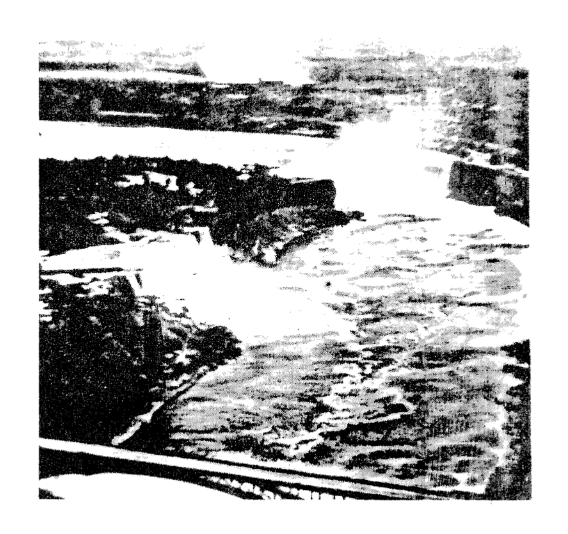
سافرت في إحدى المرات مع فرقة صغيرة مؤلفة بالإضافة لي من طالبتي دبلوم من جامعة موسكو الحكومية (MTY) في رحلة عمل حقلي . كان الطريق يرتفع باتجاه الجبل (حوالي ٧ درجات) ويسير بشكل متقاطع مع امتداد الصخور . فكان يتكشف على يسار الطريق سطح يصل ارتفاعه ١٥٠ ـ ٢٠٠م . الجزء الأسفل منه مغطى بغضاريات وفي الأعلى كانت تتوضع حزمتان من الصخور الكلسية تفصلهما طبقات طينية بسماكة ٢ ـ ٣م وتقدر زاوية الميل بالعين المجردة ٤٥ ـ ٥٠° . وقد طلبت من الطالبتين أن تقوما بشكل مستقل (الواحدة عن الأخرى) بقياس السماكة وتحديد عناصر خطوط الطبقة لحزمة الصخور الكلسية السفلى بالدقة الممكنة . لقد عانت هاتان الطالبتان حتى استطاعتا الوصول إلى المكان المطلوب ، فلم يكن التسلق سهلاً ثم قامتا باجراء المطلوب وعادتا إلى الخيمة . سألتهما ـ لماذا تسلقتما ذلك السفح شديد الانحدار انظرا إلى الطريق باتجاه الأسفل وعلى بعد ١٠٠ ـ ١٥٠م تتكشف نفس الصخور وبشكل ملاصق للطريق . وكان من الممكن أن تجريا القياس هناك دون أية صعوبة .



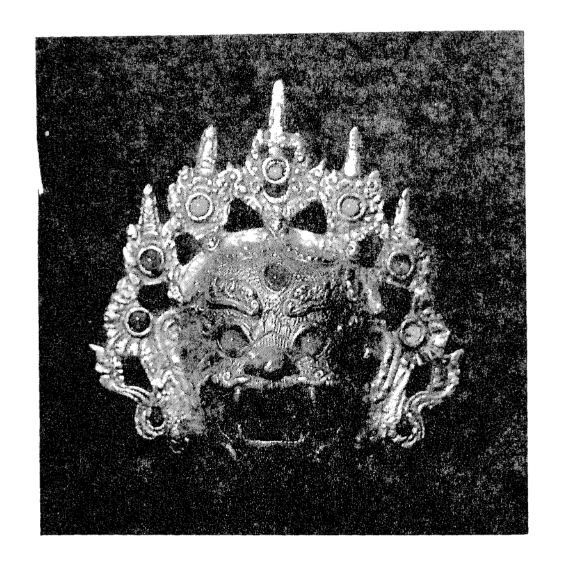
شكل رقم (٩)



شكل رقم (١٠)



شكل رقم (١١)



شكل رقم (١٢)

قياس الطالبة الأولى شمال غرب ٤٦ ، زاوية الميل ٢٧° ، السماكة ٣١م
قياس الطالبة الثانية شمال غرب ٥٢ ، زاوية الميل ٣١° ، السماكة ٣٦م
وهكذا فنتيجة القياس مختلفة !
ـ ماذا يجب علي أن أدوّن في دفتري ؟

اقترحت إحداهما إعادة القياس أما الأخرى فاقترحت أخذ وسطي القياسين ومن ناحيتي سجلت في الدفتر شمال غرب ٥٢ ، زاوية ميل ٣١° ، سماكة ٣١م .

لقد حاولت كلتا الطالبتين إجراء القياس بدقة ولكن الأخطاء لابد منها .

إن زاوية الانحدار هي الزاوية العظمى بين المستوي الأفقي وسطح الطبقة فإذا كانت البوصلة عند قياس الزاوية مائلة قليلاً فيمكن أن تدل على زاوية أقل من الحقيقة . لذلك فقد كان قياس زاوية الميل والسمت عند الطالبة الثانية أكثر دقة أما قياس السماكة فكان أكثر صحة عند الطالبة الأولى ، فأي ميلان للشريط عن الوضعية العمودية بالنسبة لسطح الطبقة سيقود إلى خطأ في القياس باتجاه القيمة الأكبر .

من الملفت للنظر أن زاوية الانحدار كانت تقدر بالعين المجردة بـ ٤٥ ـ ٥٠° أي أكثر كثيراً من الحقيقة ويمكن أن تتأكد بنفسك في أي منحدر فهناك حيث يتهيأ لك أن زاوية ميل السفح أو الطريق لا تقل عن ١٥° في الحقيقة لا تزيد عن ٣ ـ ٥ درجات .

لنتعرف على الخطوط العامة لعمل الجيولوجي خلال رسم الخرائط الجيولوجية . في البداية يحاول الباحث أن يحصل على أكبر تصور كامل عن صخور المنطقة . عمرها ، صفاتها الليتولوجية وأكثر صفاتها المميزة . ويقوم الجيولوجي بانشاء عمود ملخص أو عمود طبقي ويستخدم من أجل هذا الغرض تكشفات الصخور الأصلية على السطح ، الآبار وغير ذلك يتم تصوير الطبقات في العمود الطبقي حسب تتابعها الزمني ، تكتب الملاحظات الليتولوجية والسماكات وغيرها من الميزات ويملك أهمية خاصة في هذا الموضوع الطبقات الشهيرة التي يمكن التعرف عليها في أي تكشف لا يتسنى لنا دائماً وضع ذلك العمود الطبقي مباشرة فكثيراً ما تظهر فيه انقطاعات يتم ملؤها في الأعمال اللاحقة . على أية حال يكون سبب الانقطاعات في العمود الطبقي أحياناً ظروف عمليات الترسيب نفسها ، أي أن رسوبيات هذا أو ذلك العمر لم تتوضع في هذه المنطقة (انقطاع ستراتيغرافي أو إنها ترسبت ولكنها انجرفت فيما بعد في هذه الحالة يتكلمون عن عدم توافق في توضع الصخور . في حال وجود عدم توافق كثيراً

جداً ما يكون هناك اختلاف في زاوية الميل بين الصخور القديمة والصخور الأحدث المتوضعة فوقها - لا توافق زاوي . إذا كانت المنطقة كبيرة إلى حد كاف ووجدت فيها ظروف ترسيب مختلفة أدت إلى عدم تجانس ليتولوجي للتوضعات ذات العمر الواحد أو سقوط من العمود الطبقي (انقطاع) رسوبات هذا أو ذلك العمر ، فيتوجب على الجيولوجي عندها رسم عدة أعمدة لعدة أقسام مميزة من المنطقة .

بعد ذكر دراسة التكشفات الصخرية المدروسة مع عناصر خطوط الطبقة وغيرها من صفات الصخور الموضوعة على المقطع يجب أن نبين على الخريطة الطبوغرافية حدود تكشف الصخور ذات الأعمار المختلفة على السطح وهكذا نكون قد وصلنا إلى الخريطة الجيولوجية .

لا يتسنى لنا دائماً متابعة الحدود بين حزمتين من الصخور ذات عمرين مختلفين بشكل موثوق. فكثيراً ما تكون ملامح الحدود ضعيفة الوضوح . يتابع الجيولوجي عادة الطبقة وكيف تتغير خصائصها الفيزيائية وغيرها . وبعد ذلك بعد أن يكون قد كون فكرة عن هذا الوضع في المقطع وباستخدام العمود الطبقي يدخل التصميمات اللازمة . من أجل تتبع الحدود على الخريطة ابتداء من نقطة الدراسة المذكورة يبيّن الجيولوجي مكان تكشف الطبقة على السطح . إن الوظيفة سهلة من دون شك وهي معروفة للقارىء من أساسيات علم الهندسة . يجب ايجاد خط تقاطع السطح العلوي (تكوينه في خطوط الأفق) مع مستوي الطبقة (خطوط المناسيب) ثم نقوم باختيار نقــاط تقاطع خطـــوط الأفق وخطـــوط المناسيب الواحـــدة . خاصيـــة هذه الخطــوط في أنها تقع في وقت واحد على سطح التكوين الخارجي (الخريطة الطبوغرافية) وعلى سطح الطبقة (الخريطة البنيوية) ، وهي بهذا الشكل تعكس تكشف الطبقة على السطح . إذا تغيرت عناصر خطوط الطبقة في المسافات بين النقاط فإن الطبقة الدالة المنشودة سوف لانجدها في النتيجة . لكن دراسة الصخور في المنجم ومعرفة وضعها في العمود الطبقي تمكن الجيولوجي من أن يجري الاصلاحات اللازمة بسهولة وإذا تطلب الأمر يمكن أن يقوم بوضع إنشاء جديد يلاحظ أن الصخور في كل التكشفات الموجودة في الجبال تقريباً تتوضع بشكل مائل وأحياناً تشكل ثنيات معقدة وأكثرها انتشاراً هي الثنيات الانتيكلينالية والثنيات السينكلينالية . يكون تحدب قوس الطبقات الصخرية في الأولى نحو الأعلى وفي الثانية نحو الأسفل . وإذا قمنا بقطع ثنية انتكلينالية بمستوي أفقي فستجد أن الجزء المركزي من الانتيكلينال تشغله الصخور الأقدم عمراً بينما تشكل الصخور الأحدث الأجزاء المحيطية . وتكون الصورة معكوسة في الطية السنكلينالية .

تعتبر القبة الانتكلينالية مصيدة مناسبة جداً للنفط والغاز وذلك في حال وجود الخزانات الطبيعية ، وقد نشأت « النظرية الانتكلينالية » لتشكل توضعات النفط والغاز . بعد دراسة أشكال البنيات التكتونية يركز جيولوجيو النفط اهتمامهم بشكل خاص على الثنيات الانتكلينالية . وتبدأ عمليات الحفر أثناء التنقيب عن النفط والغاز كما هو معروف من القبب الانتكلينالية . ويمكن لتوضعات النفط أيضاً أن تتواجد في المصائد الواقعة على سفوح الطيات وهذا ما يعقد عمليات البحث التنقيب إلى حد كبير .

تترافق عند الجيولوجي دوماً الرومانسية أو الخيال الرومانسي مع الناحية العملية التطبيقية . فلنقل أن أحد السواح رأى البلقان الصغير فيمكن عندها أن يهتف : « أخ ، كم هو جميل ذلك الجبل الأخضر المنتصب في السهول الرملية في قره كوم » . أما الجيولوجي فسوف يضيف : «إنها ثنية انتكلينالية كبيرة تعود صخورها إلى زمن الميزوزوي وهي تعود إلى نهايات سلسلة كوبتداغ الغربية » .

هل هناك دائماً علاقة مباشرة بين الأشكال التكتونية وسحنتها على سطح الأرض ؟

بالطبع لا . فإذا تسنى لك أن تزور ماخاتشكال فسوف تتذكر الجبل المنحدر في النهاية الغربية من المدينة . ينتهي الجبل في الأعلى بمجموعة من الجلاميد الصخرية المنقولة ، بينما تتوضع في الأسفل طبقات من الحجر الرملي تشكل المنطقة المركزية من السنكلينال . إنه شكل منعكس نموذجي .

لنعد إلى كوبتداغ الغربي حيث تنغمس مفاصل الثنيات الانتكلينالية من الغرب تحت مستوي سهول ميساريانسك وتصبح الثنيات أكثر اعتدالاً وهدوءاً ، إن هذه البنية مناسبة جداً لتشكل مكامن النفط والغاز .

كثيراً ما يلجأ الجيولوجي إلى التحليل المنطقي . فالمعلومات التي تم الحصول عليها خلال دراسة ظروف توضع الثروات الباطنية يستخدمها العلماء في مناطق أخرى شبيهة بها من ناحية البنية الجيولوجية . يلاحظ في الشاطىء الغربي لبحر قزوين على نفس عرضه تقريباً انغماس القفقاس الكبير تحت مستوى سطح البحر . وهنا في شبه جزيرة ابشيرونا توجد بالقرب من المياه إحدى أقدم وأغنى مناطق النفط والغاز في الاتحاد السوفييتي .

لقد استخرج النفط والغاز في ابشيرونا عن طريق الآبار منذ قديم الأزل . فقد وجد جنود الكسندر المقدوني (القرن الرابع قبل الميلاد) عند سكان شواطىء الخزر فوانيس فخارية كانوا يشعلون فيها « زيت أرضي » . وقد كان يشرف على الآبار رجل متخصص حيث كانوا يربطونه بحبل وينزل إلى البئر ويعمل وهو يغني بينما كان مساعدوه يقفون في الأعلى ماسكين النهاية الأخرى للحبل . وعندما تنقطع الأغنية يسحبون المعلم إلى الأعلى ويعالج الهواء النقي الحواس المتسممة عند الرجل ولكن حوادث تراجيدية تحدث أحياناً . يتم نقل النفط المستخرج من البئر عن طريق سيلات اصطناعية إلى حفر مطوقة بالحجارة (عنابر) ثم ينضخونه من العنابر بواسطة أوعيــة من الجليد وينقلونه في عربات إلى سوق البيع . كان الطلب على النفط يتزايد دون انقطاع ، ولم تمر إلا فترة قصيرة حتى كان كل شبه الجزيرة مغطى بغابة من الأبراج الآجرية .

رحلة إلى القفقاس

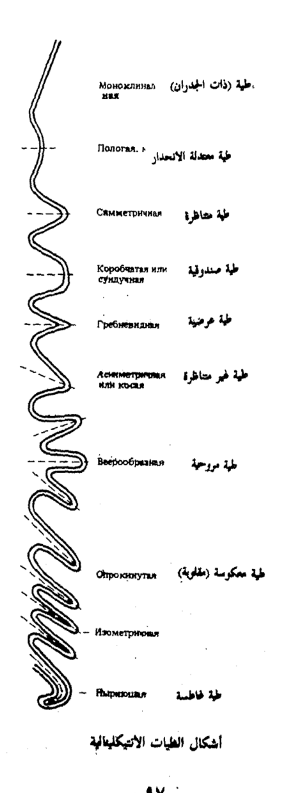
وهكذا فقد عبرنا من كوبتداغ من خلال الصحراء والبحر إلى القفقاس : « يا جبال القفقاس الزرقاء ، أحييك : لقد أحتضنت طفولتي ، لقد حملتني سلاسلك الموحشة وقد البستيني الغيوم وعودتيني على السماء ومنذ ذلك الزمن وأنا أحلم بك وبالسماء ، كم من مرة كان إنسان ما يتعبد الخالق على قممك ، لقد كان يسخر من الحياة ولكنه ولو للحظات كان يتباهى بها ! .. كثيراً ما كنت انظر في الفجر إلى الثلوج وإلى الجروف الجليدية البعيدة كيف كانت تتألق تحت أشعة الشمس المشرقة وكيف كانت تلبس ثوباً وردياً ناصعاً . لقد كانوا ينشرون خبر شروق الشمس إلى الأماكن المظلمة في الأسفل » . هذا ما قاله م.يو.ليرمونتوف يوماً ما ، ولايوجد أجمل من هذا الوصف . لقد اتيحت لي الفرصة أيضاً أن استمتع بمنظر الشروق الرائع في القفقاس ذهبت في أحد الأيام مع بعض الأصدقاء في رحلة لمدة يوم واحد إلى سهول زاتيريتشنا وعند العودة أضعنا الطريق فقررنا أن نسير بشكل مباشر من خلال الغابة - كانت واحدة من الغابات الجنوبية ذات أشجار مثمرة وشجيرات شوكية من الصعب المرور خلالها . استلقينا على الحجارة مباشرة واضعين حقائب الظهر تحت رؤوسنا وخلال لحظات كنا نغط بنوم عميق .

أيقظنا برد لاذع فوثبنا كي نحصل على بعض الدفء ، لكنّ منظراً غير طبيعي أذهلنا وجعلنا نتجمّد دون حركـــة ، لقد وجدنا أنفسنا على جـــزيرة صغيرة لا تـــزيد أبعادها عن

١٠ ـ ٢٠م وكان يحيط بنا بحر ذو لون أبيض حليبي كانت أمواجه متجمّدة دون حراك ، ولم يقطع استمرارية هذا البحر غير بعض الأنوار الآتية من بعض القمم . وبينما كنّا نحاول استيضاح معالم الجبال إلى الجنوب فاقتنا لحظة ظهور الاسعاعات الأولى لشمس الفجر . وفجأة ظهر في السماء نور قمة كازبيك . كما لو أن مليارات حبات الألماس كانت تتلألأ أمامنا . كنا نقف صامتين مدهوشين من هذا المنظر الخلاب . ولكن هذه هي الظلال الحمراء أخذت تذبل متحولة إلى لون زهري فاتح . وبعدها بقليل كانت القمم تشع بلون أبيض ناصع . وفجأة أخذت تلمع بالنور كل سلسلة القفقاس الكبيرة . كانت معالم الجبال القريبة تظهر أوضح وأوضح وقد ابتعد البحـــر عن أرجلنا وامتدت منـــه نحـــو الأعلى بعض الألسنـــة كان أحدهـــا يلفنا بضباب كثيف . اختفت الرؤيـــا وبدأ يوم مشمس ناصع بعد أن ابتعد السحاب المكفهر سابحاً في السماء الزرقاء . بعض سلاسل القفقاس كانت مغطاة بغيوم مكفهرة عاتمة اللون فمن المحتمل أن المطر كان يتساقط هناك بينما تتساقط الثلوج في الجبال العالية .

وبما أننا نقع الآن بالقرب من طريق جورجيا العسكري تعالوا : نقم برحلة صغيرة في هذا الطريق حتى المضيق الصليبي فقط. وسوف نطير في أفكارنا إلى مناطق أخرى من العالم . مازلنا في بداية الطريق الذي يوجد في السهول الفسيحة الواقعة إلى شمال القفقاس . تمتد وسط هذه السهول سلسلتان جبليتان (حتى ارتفاع ١٠٠٠ م) هما تيرسك وسونجينسك . ومن الناحية الجيولوجية تعتبر هذه المنطقة منطقة انتقالية من البلاتفورما (البلاتغورما الروسية) إلى منطقة الطيات (القفقاس) وتدعى المنخفض السفحي . وقد نقل منها في زمن تشكل المنظومة الجبلية إلى المناطق المجاورة كميات كبيرة من المواد الحطامية . انخفضت القشرة الأرضية تحت ثقل هذه المواد مشكلة منخفضاً امتلأ بشكل رئيسي بمواد حطامية ـ تدعى هذه المواد بالمالوسا . يمكن أن تصل سماكة المالوسا إلى ٧ ـ ١٠كم . تتجه الناحية ذات الانحدار الشديد من المنخفض السفحي نحو الجبل أما الناحية ذات الانحدار المعتدل فتتجه إلى البلاتغورما وقد تجعدت الصخور الرسوبية العائدة لهذا المنخفض في منطقتين من الثنيات الانتكلينالية التي شكلت على سطح الأرض وبفضل التكوين الخطي للشكل الأرضي سلسلتين ممتدتين من الجبال .

هناك أشكال مختلفة جداً للثنيات الانتكلينالية . أكثر هذه الأشكال شيوعاً مبينة في الرسم الأولي المرافق



أشكال الطيات الأنتيكلينالية

ويعتبر طريق جورجيا العسكري طريقا عاما قديما يصل بين روسيا وجورجيا يصل طوله ٢٠٨كم ابتداء من ارجـونيكيز وحتى تبليسي . ويتقاطع الطـريق في أرجـونيكيز مع ثـلاثة سلاسل: غابيـة ـ مراعي ـ صخرية . تتميز السلسلة الغابية بارتفاعات غير كبيرة للقمم (حتى ١٣٠٠م) وانحدارات خفيفة وهي مغطاة بغابة جانبية كثيفة وتتألف بشكل رئيسي من صخور حطامية ، رملية ، طينية ومارلية من عمر الميزوزوي . أما صخور سلسلة المراعي (حتى ١٨٠٠م) فهي أكثر قساوة ـ صخور كلسية تعود إلى عمر الكريتاسي مع زاوية ميل باتجاه الشمال (مونوكلينال أوسيتينسك). تغطي الغابات الجانبية سفوح السلسلة وتتحول في الأعلى إلى مروج رائعة الجمال بينما يظهر في السفح الجنوبي شديد الانحدار الكثير من الجروف . يصل ارتفاع السلسلة الصخرية إلى ٣٠٠٠م وتبرز قممها بشكل حاد باتجاه السماء على شكل اهرامات ورؤوس عمودية وتتألف هذه السلسلة من صخور كلسية ودلوميتية من عمر الجوراسي وسفحها الجنوبي أكثر انحداراً من سفحها الشمالي . ومن حسن الحظ أنه يمكن رؤية الحيود والجروف حتى ارتفاع ١٠٠٠ ـ ١٥٠٠م .

ثم تبدأ أطراف السلسلة الجانبية ويدخل الطريق إلى شعب داريال :

في عمق مضيق داريال
حيث تتزاحم سلاسل تيريك في السديم
ينتصب برج قديم
أسود على الجلاميد السوداء

م.يو.ليرمنتوف

عند مدخل هذه الشعب يوجد جلمود صخري عظيم (جلمود يرمولوف) . يقولون إنه في بداية القرن التاسع عشر كان الجنرال يرمولوف أ.ب. يقف على هذا الحجر وهو يتابع حركة المحاربين الروس . وفي الحرب الوطنية العظمى صنع من هذا الصخر معقلاً كان يعترض طريق المحاربين الفاشيست الذين كانوا يتشوقون إلى المعبر المتصالب . هذا وما زالت تحصينات داريال التي بنيت في عام ١٨٤٠ موجودة في أعلى مجرى تيرك وعلى مايدو إن هذه التحصينات ذكرت في رواية ل.ن. تولستوي « الأسير القفقاسي » فعلى الشاطيء اليساري وعلى ساحة مستوية توجد انقاض قصر وأبراج :

في ذلك القعر العالي والمتين
عاشت القيصرة تامارا :
جميلة كملاك سماوي
كالعفريت ماكر وشرير
وهناك من خلال عتمة منتصف الليل
يتلألأ ضوء ذهبي
يترامى إلى عيون التائهين
وقد هتف في استراحة الليل ...

م.يو ــ ليرمنتوف

هل عاشت يا ترى في هذا القصر قيصرة سرية ؟ هذا غير معروف ، ولكن من الواضح أن البرج كان يقع قديماً على ضفة النهر تماماً ، بينما يقع الآن على ارتفاع حوالي ١٥٠م وفي هذه الحالة فإنه من لحظة بناء القصر وحتى الآن أي منذ حوالي ٧٠٠ سنة قام تيريك بعمل عظيم أدى إلى حدوث خرق في الصخور الغرانيتية القاسية .

حول الطريق في مناطق كثيرة يمكن مشاهدة صخور غرانيتية ذات ألوان رمادية قائمة وبلورات كبيرة مع رقائق كبيرة وصغيرة من البيوتيت ذي اللون البني العاتم . وتشاهد بشكل جيد من الطريق كازبك الذي يقع على السلسلة الجنوبية ولا تعتبر هذه القمة التي يبلغ ارتفاعها ٥٠٣٣م أعلى قمة في القفقاس المركزي فقمة شاهر التي أمنها (٥٠٦٨م) . وكذلك ديخاتاي (٥٢٠٢م) وأخير إلبروس ذو الرأسين (٥٦٤٢م) . ويعتبر كازبك بركان حديث إلى حد ما حيث سالت منه اللافا البازلتية ، وللبازلت لون رمادي قاتم وبنية بلورية ومن البلورات التي يمكن أن يحتويها هذا الصخر : البلاجيوكلاز والبيروكسين والماغنيتيت والبيوتيت والهورنبلاند وغيرها ، يمكن مشاهدة بعض تكشفات اللافا البازلتية على الضفة اليسارية لتيريك . لقد أخذت هذه اللافا خلال تبردها أشكال أعمدة مستقلة حيث تبدو هذه الأعمدة من بعيد على شكل جريانات مائية . أما من جهة الطريق الحديث على الضفة اليمينية لتيريك فتبدو على شكل شلالات مائية .

تشكل السلسلة الجانبية والسلسلة خط انقسام المياه الجزء المركزي من القفقاس الكبير . وهما تتألفان من صخور استحالية مثل الطين الصفمي تعود إلى عمر الجوراسي وصخور ذات

أعمار أقدم تتألف من الغرانيت والطين الصفمي . تبدو هاتان السلسلتان وكأن بينهما سباق . فإلى الغرب من البروس تكون السلسلة الجانبية أخفض من الرئيسية أما إلى الشرق فالعكس صحيح .

يوجد في مجرى تيرين الواسع شلال مائي صاخب وجميل وعلى بعد حوالي كيلو متر واحد من منعطفه الشمالي يصل ارتفاعه حوالي خمسة أمتار . فكم هي تلك الشلالات المائية التي تقع على الأنهار والمسيلات المائية التي لا تحصى في القفقاس الكبير ؟ ومن أحصى هذه الشلالات ؟ إن لكل شلال مائي جماله الخاص . وهكذا فقد كتب الشاعر ـ الفيلسوف وإلى حد ما الجيولوجي الألماني غيته :

في الشلال الهادر في ثغر الجبال
انظر متأملاً بروح مبتهجة .

ما الذي يدهشك أكثر عزيزي القارىء ، هو الارتفاع الذي يصب منه الشلال أم عرض هذا الشلال ؟ إن أعلى شلال بين شلالات العالم المعروفة هو شلال إنهل الذي يقع على نهر تشورون في فنزويلا ويشبه شلال فكتوريا على نهر زامبير في جنوب أفريقيا الذي يصل ارتفاعه ١٢٠م أما عرضه فأقل قليلاً من كيلو مترين وأخيراً شلال نياغار المعروف حيث يقع هذا الشلال في وسط مجرى نهر نياغار الذي يفصل بين الولايات المتحدة الأمريكية وكندا . ينقسم النهر عند هذا الشلال إلى قسمين حيث يقع الجزء اليميني الذي يصل عرضه ٣٢٨م في الولايات المتحدة والجزر اليساري وعرضه ٩١٧م في كندا . ارتفاع الشلال حوالي ٥٠م وتعمل عليه محطات كهربائية كندية وأمريكية . وقد تم بناء مصعد ونفق خاصين يمكن من المصعد أن تستمتع بمنظر الشلال من ارتفاعات مختلفة ومن النفق يمكن أن تنظر إلى الجدار المائي نصف الشفاف من الجهة الغربية . وإلى الأسفل قليلاً حسب مجرى النهر يوجد جسر للمرور على الأقدام يصل بين كندا والولايات المتحدة ومن على هذا الجسر يمكنك أن تشاهد أجمل منظر للشلال . إن مواطني كلا البلدين يستطيعون العبور على هذا الجسر في الاتجاه الذي يريدونه دون أية حواجز جمركية ، في أراضي القفقاس الكبير في السلسلة الرئيسية والجانبية وإلى حد ما في السلسلة الصخرية تنتشر الجليديات بشكل واسع ، وتتغطى سفوح الجبال بفضل عوامل التعرية بحزم من الحصى . وتنفّذ الرياح أعمالاً جبارة فهي تقوم بفتح ثقوب وكهوف في صخور شديدة القساوة تؤدي إلى تحطيم كل الصخور التي حولها . إنها تقوم بحجز الثقوب والكهوف في الجبال دون أسف ويمكن أن نشاهد آثار هذه الأعمال

بالقرب من كيسلو فودسك وتستخدم الرياح في عملها حطام الصخور والرمال التي تحملها بنفسها لترطمها بقوة في الصخور الأصلية .

وقد اقتبس الناس من الرياح طريقة عملها وقاموا بانشاء تجهيزات تقنية من الرمال يقومون بواسطتها بتنظيف الأوساخ القديمة العالقة على الآثار ونشر وحفر الثقوب في الأجسام المتصلبة جداً أو المنشآت الحديدية البيتومية .

بالقرب من ضاحية سيون يمكن أن نرى منظراً جميلاً جداً لتلالٍ نحت من الإنهيارات الناجمة عن التعرية . ويقع هناك برجان للحراسة سيون وغيورغ تسيخ كانا قد بنيا في زمن داڤيد - ستروتيل (١٠٧٣ - ١١٢٥) والقيصرة تمارا (١١٦٥ - ١٢١٣) .

وهكذا فقد وصلنا إلى المضيق الصليبي . على خط المياه نفسه كان يوجد في الزمن القديم صليب لم يبق منه الآن إلا الحطام . ويمكن أن يكون الشاعر ليرمنتوف قد كان يقصد هذا الصليب عندما كتب :

أنا أعرف جلموداً في مضيق القفقاس

لا يطير إليه إلا نسر بري

ولكن صليباً خشبياً أسود ينتصب هناك ...

كان طريق جورجيا العسكري القديم يمر من هنا أما الآن فيمر « أوتستراد » إلى الأسفل قليلاً حسب النفق الذي يحمي الطريق من الانهيار .

ينحدر السفح الجنوبي للقفقاس الكبير أكثر قليلاً من السفح الشمالي وترافق الصخور الرأسية والجروف تقريباً عابر السبيل حتى الوهاد المزهرة فيما وراء القفقاس . وتتكدس أحياناً في السفوح الجنوبية أكوام هائلة من الثلوج التي تنجرف من السفوح الشديدة الانحدار إلى الأسفل على شكل أكوام ثلجية جارفة في طريقها كل شيء ، تصادفه . وقد كان ربيع ١٩٨٧ خطراً جداً ، فقد كتبت الصحف عن عشرات المرات التي عَلَتْ فيها سماكة الثلوج الوسطي الطبيعي لها في هذا المكان وتم اجلاء آلاف الأسر عن مكان الكارثة وتحطمت الاشارات الضوئية أو انطمرت تحت الثلوج على مدى مئات الكيلومترات وعزلت الأكوام الثلجية القرى الجبلية عن العالم بالإضافة إلى كامل مناطق سڤانيتي - توشيتي وغورني - راتش . وقد لوحظ أن انهيار الأكوام الثلجية كان يحدث بشكل أكبر في السفوح التي تتخللها الطرقات . فقد خرق المعماريون قانونية السفوح وبشكل طبيعي اختل الميزان بين الثلوج

المتساقطة والمنصرفة . وعدا عن ذلك يقوم عادة عمال الطرق من أجل عمليات البناء والترميم بقطع الغابات التي تمثل حواجز أو سدود في طريق الانجرافات الثلجية . إن إيقاف الانجرافات الثلجية عند بداية تحركها أمر مستحيل . ولقد أوضحت المراقبة من الأقمار الصناعية أن الغطاء الموسمي الثلجي في أوروبا وآسيا يتوسع باستمرار وخلال بعض السنوات غطت الثلوج مساحات أكثر من ٢٠ ـ ٢٥٪ من المساحة التي كانت تغطيها عادة وقد أثر هذا بالطبع على جريانات الأنهر وبالطبع فإن الانهيارات الثلجية لا تلاحظ فقط في جبال القفقاس وإنما في كل الجبال وعلى الأقل في أوقات الغطاءات الثلجية .

ويتعرض سكان الجبال أو حتى المارين العاديين إلى الكثير من المخاطر . ويجب تركيز الانتباه بشكل خاص عند اختيار المناطق التي ستقام عليها القرى أو حتى المعسكرات المؤقتة للاستخدامات الجيولوجية . وبالطبع فإنه من المزعج جداً أن تسقط على الخيمة التي تنام فيها ليلاً صخرة يصل وزنها مئات الكيلو غرامات . إن الأحجار تسقط من على قمم الجلاميد الصخرية في أعالي الجبال متدحرجة إلى الأسفل كالكرات . ويمكن تعيين حدود مناطق تساقط الاحجار بسهولة عن طريق الحطاميات المتناثرة بغير انتظام للأحجار غير المصقولة . يجب منذ إقامة المعسكرات أو القرى تجنب طرق الانهيارات الثلجية وإلا فإن الأمر قد يؤدي إلى كارثة .

كنا نعمل في إحدى المرات على الضفة الغربية لنهر (تيبرد) وقد ضم الفريق عدداً من الطلاب . كان المشرف على العمل بيترستيبانوفيتش وهو شاب في الثلاثين من العمر ذو منكبين عريضين وعينين بنيتين وابتسامة خجولة وعلى ما يبدو كان يخجل من قوته الخارقة .

أما الفتيات فكانوا يلقبونه بالحجر ، وقد اعتدنا على هذا الاسم ، فلم يكن باستطاعة أية صرخة أن تجعل بيتر شيبانوفيتش يتحرك بشكل أسرع ، فكل حركاته كانت بطيئة مقاسة ودقيقة . ولكن هذا كله كان يتهيأ لنا فقط وكان عبارة عن انطباع خاطىء ، فأي عمل يقوم بيتر بتنفيذه أسرع من الجميع لنقل مثلاً إنه تم إقامة المعسكر ليلاً وأعطي الأمر صباحاً بجمع الحطب فيتفرق الجميع . بعضهم يجلب أعواداً يابسة والبعض الآخر بعض الجذامير المتعفنة بينما يقف الحجر ينظر باتجاهات مختلفة إلى السماء ويحمل بعدها كومة كبيرة من الأعواد .

ـ ولكن لماذا تنظر إلى السماء فليس هناك المواد يابسة ؟

ـ هناك على السفح الجنوبي الأعواد أكثر يباساً .

وأحب خرافة إلى الحجر كانت « يجب الإسراع دون صبر» . في إحدى المرات اتجهت برفقة الحجر في طريق منفصل ثم تسلقنا السلسلة الصخرية وبعد أن أخذنا العينات الصخرية اللازمة لم نستطع الصمود أمام إغراء الصعود إلى قمة السلسلة . لم يكن التسلق من الجهة الشمالية صعباً جداً . أما من الجهة الجنوبية فقد أقتلعت الصخور الكلسية منجرفة نحو المنخفض مشكلة انحداراً شديداً وجرفاً يصل ارتفاعه ٢٠٠ - ٢٥٠م .

لم نأسف بالطبع على تسلقنا الجبل فلقد انكشف أمامنا مشهد رائع . كانت تمتد تحت أرجلنا وهدة ضيقة خضراء تفصل السلسلة الصخرية عن السلسلة الجانبية وكان السديم يغطي قعر هذه الوهدة . فقط في السفح الشرقي لجبل آخر حيث كانت تصل أشعة الشمس كان يشع شريط أخضر ناصع من الغابة وأمام كتلتنا الجبلية الضخمة مباشرة كانت تنتصب السلسلة الجبلية الجانبية التي كانت تغطي قممها الثلجية سحب كثيفة تمتد نحو الأسفل وكأنها كانت تسير متسارعة لكي تلحق هذه الثلوج المتبقية قبل حلول الظلام . وكانت الثلوج البيضاء تشع من خلال السحب إلى السماء وكانت هذه الثلوج تغطي إلبروس العظيم . اقترب الحجر مجازفاً نحو حافة الجرف وأخذ ينشد بصوتٍ ناعم شعر بوشكين :

القفقاس تحتي وأنا وحيد في الأعالي

فوق الثلوج على حافة التيار المندفع

ويطير النسر الذي يلوح من بعيد نحو القمم

يحوم بتثاقل ونحن على نفس الارتفاع

وبالطبع لم يكن ضمن برنامجنا لا الصعود إلى القمة ولا قراءة الشعر لذلك فقد تأخرنا وأسرعنا في الهبوط من جديد على الحصى . وفي نفس الوقت كانت الشمس قد اختفت وراء القمم وحل الظلام بشكل سريع جداً حيث لا تستطيع أن ترى حتى أصبعك إذا مددتها أمامك وبالطبـع فإن السير في مثل هذا الظلام الحالك في الجبال يعتبر ببساطة ضرباً من الجنون. عصفت الرياح ولحسن حظنا وجدنا حفرة صغيرة احتمينا بها وقررنا المكوث حتى الفجر . وقد اثبتت المطارق الجيولوجية نفسها على أنها تصلح لأن تكون مقاعد ونقاط ارتكاز للأرجل . بدأ المطر يتساقط بشكل رذاذ ثم تحول بسرعة إلى أمطار غزيرة جداً وتحولت وهدتنا إلى نهر جبلي كانت تزداد قوته بشكل مستمر ثم أخذ يهدر غضباً . نُقلت حقائبنا في البداية إلى مكان ما ثم أخذنا نحن أنفسنا نتزحلق بشكل مستمر وفجأة تعلقت رجلاي في الخلاء ، وفي الحال تذكرت الجروف الصخرية على شاطىء تيربيد التي تبلغ عدة مئات الأمتار . لقد

كان هذا مرعباً حقاً . لقد علمنا أساتذتنا أنه : « عند السقوط من المهم حساب الأمتار حتى الثلاثين فقط وفوق هذا لا معنى للحساب .

ـ هيه حجر رجلاي معلقتان في الخلاء

ـ تمسك برجلاي

لم أستطع أن استفيد من اقتراح الحجر الرائع ببساطة لم يكن باستطاعتي أن أترك يداي المتشبثتان بالأرض المنزلقة ولو لثانية واحدة . وكنت أشرق مياه التيار العكر وأنا أحاول جاهداً أن استخدم رأسي للتخفيف من شدة الانزلاق . وهكذا كنا ننزلق سنتيمتر سنتيمتر باتجاه الأسفل دون توقف وفجأة أنار جسمي المنبطح على الأرض بشكل ساطع أضواء آتية من المصابيح الأمــامية لبعض السيــارات . لقد كنت معلقاً على بعد متر واحد من الطريق . الطريق !! ببساطة كنت قد نسيت تماماً .

إننا لم نر فقط السيل الطيني أو الجرف الطيني وإنما عشنا ولادته وتحملناها بأنفسنا وفي اليوم التالي قام « بلاوزر » ضخم بتنظيف الطريق في هذا المكان . إن السيل هو عبارة عن تيار عكر مخرب يحمل معه الطين والرمل والحصى وحتى الحطاميات الكبيرة للصخور وحسب درجة الكثافة يتغير هذا السائل من سائل عكر حتى كتلة هرمية لزجة لقد أدت هذه السيول في عام ١٩٦٦ إلى تخريب عشرة كيلو مترات من طريق جورجيا العسكري .

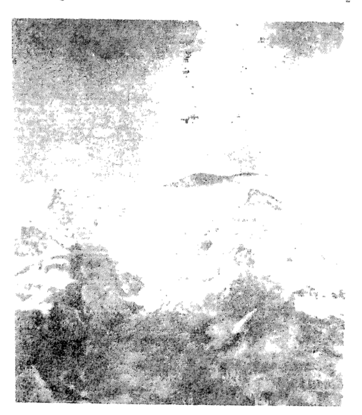
في شهر آذار من عام ١٩٨٧ وردت معلومات عن كوارث انهيارات وفيضانات في السفح الجنوبي للقفقاس . في هذا العام كانت تشاهد بيوت السكن والمنشآت الاقتصادية المهدمة من طائرات الهيلوكوبتر ، بعض المنازل بقيت مكانها بينما كان يعوم بعضها الآخر مع الأشجار القديمة باتجاه أسفل النهر . كانت الحالة في منطقة تسيغر خطيرة ، فلقد شاهد السكان بأم أعينهم كتلة ضخمة من الأرض وقد تحركت من مكانها . حوالي خمس وأربعين قرية كان يهددها الخطر . تهدم وتضرر ٤٥٠ منزلاً و ٥٠٠ هيكتار من الأراضي الزراعية الخصبة . وقد جرف أو تضرر أكثر من ١٦٠ كم من الطرق الزراعية ومئات الكيلو مترات من خطوط الكهرباء وخطوط الاتصالات . وكان يوجد تحت الخطر أكثر من ثلاثة آلاف نقطة مأهولة وحوالي نصف طول الطرق الموجودة .

لقد كانت الكارثة الطبيعية في عام ١٩٨٧ درساً مريراً للمسؤولين الاقتصاديين والمسؤولين عن أعمال البناء . إن ضربات الكوارث الطبيعية وخاصة الانهيارات الثلجية كانت تؤثر بشكل

رئيسي على الأبنية الحديثة . فمن أصل ٣٢٠ برج معروف لم يتأثر أي برج حيث تم بناء هذه الأبـراج في القرنين الثاني والثالث عشر وكذلك لم تتأثر تقريباً الأبنية الواقعة بالقرب من الأبراج . ففي المناطق الجبلية يجب اختيار المناطق الصحيحة للبناء ويجب كذلك معرفة كيف نبني فلقد تبين أن هذه الأبراج قد بنيت في السفح بحيث يمر ضغط العمود الثلجي دائماً بالقرب من زاوية الهيكل .

اذكر القارىء أنه عندما حصلت الاندفاعات البركانية التي ذكرناها سابقاً في كولومبيا لم تكن الحوادث التراجيدية التي حصلت بسبب الحمم بقدر ما كانت بسبب الذوبانات السريعة للثلوج وما نتج عنها من فياضانات ضخمة وانهيارات وجروف .

في الثالث عشر من تشرين الثاني من عام ١٩٨٥ وفي الساعة التاسعة مساء وعند ثوران بركان نيڤادا ديدر رويتس في ولاية نيڤادا في الولايات المتحدة الأمريكية أدت تيارات الفياضانات التي كان سببها هذا الثوران إلى هلاك ٢٢٠٠ إنسان في مدينة ارميرو .



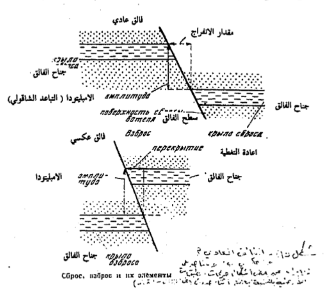
بركان نيڤادا ـ ديل ـ رويتس (من مجلة جيو تايمز الأمريكية)

كنت في إحدى المرات شاهداً على حدث حزين في هيمالايا . ففي الوقت الذي كانت فيه السماء تمطر عبرنا في السيارة بسرعة بالقرب من حفرة . لقد كانت هذه الحفرة نذيراً لوقوع فيضان ، فكانت ترسل عبر الطريق تياراً من الماء العكر والحصى .

وبعد أن درنا حول الثغرة ووقفنا في مكان أمين نظرنا إلى الجهة المقابلة فوجدنا أنه كان يوجد بالقرب من الحفرة بغل مربوط بجذمور من الخشب . إن شعور هذا الحيوان الحزين بالخطر كان يجعله يصرخ بصوت مرعب ويشد ليفلت من الرباط ولكن الحبل انقطع ووقع البغل في الحفرة وسقطت فوقه قطعة صخرية كبيرة . وبعد لحظات قليلة كان كل شيء قد انتهى . فقد اختفى الحيوان بالإضافة إلى جزء من الطريق .

وقد تسنى لنا الرجوع نحو الخلف على الاحصنة عن طريق ممر جبلي صخري . إن الرحلة في هذا الطريق وخاصة باتجاه الأسفل يمكن أن لا يقدر عليها إلا فرسان السيرك وذوي الشجاعة الكبيرة .

لنعد إلى طريق جورجيا العسكري ولنحاول أن ننظر إليه من بدايته وحتى نهايته . قبل كل شيء نـلاحظ ميزتين « انظـــر إلى البروفيـــل » : ١ - إن كل الثنيات تنكس نحو الجنوب ، ٢ - وجود عدد وافر من الفوالق .



الفالق العادي(أ) والعكس (ب) وعناصرهما (يعبران من بعض أشكال حركات الطبقات الأرضية بالنسبة لبعضها أثناء حدوث بعض الزلازل ـ المترجم)

يتشكل انطباع وكأن مارداً قلب القفقاس وكل الثنيات الموجودة فيه باتجاه الجنوب . لقد كانت القوى التكتونية التي كانت تضغط على جيوسينكلينال القفقاس هي ذلك العملاق . إذا نظرت عزيزي القارىء إلى الخريطة الأوراسيوية سوف ترى رتلاً طويلاً من الجبال يمتد من المحيط الأطلسي حتى المحيط الهادي . في هذا المكان كان يوجد في زمن من الأزمان محيط أطلق عليه اسم تيتس وكانت تتوضع هنا سماكات كبيرة من الرسوبيات العائدة إلى بحار حقب الميزوزوي والأزمان الأقدم . ويمكن خلال تطور الجيوسينكلينال تمييز عدة مراحل (حسب هاين.ف.ي).

على مساحات كبيرة متطاولة من الأرض كان يحدث انغماس للقشرة الأرضية التي كانت تشغلها البحار وذلك تحت تأثير توضع سماكات كبيرة من الرسوبيات . وبعد هذا وتحت تأثير قوى تكتونية حدث تمايز الجيوسينكلينال فتشكلت أحواض متطاولة ـ سينكلينورات(*) ومرتفعات ـ انتيكلينورات(**) . كان البحر يتميز بوجود الجزر وما زالت تتوضع فيه سماكات كبيرة من الرسوبات وأخيراً حدث نهوض عام لكل هذه المساحة نتيجة لتغير عام في النظام التكتوني . انضغطت الصخـــور الرسوبية المتشكلة سابقاً في ثنيات وبدأت عملية تشكل الجبال . كانت البلاتغورما الروسية ذات الصخور القاسية البلورية تضغط على الجيوسينكلينال القفقاسي . أما السطيحتان القاسيتان الواقعتان إلى الجنوب واللتان تتفقان مع منخفضي كولهيد وكورين فكانتا وكأنهما تتحركان منغمستين تحت القفقاس .وهكذا تشكلت الجبال المثنية .

يعطي هذا الايضاح تفسيراً لوجود أعداد كثيرة من الفوالق . فمن الواضح أنه تحت تأثير الثني والضغط تتخرب خاصية المرونة عند الصخور مؤدية إلى التكسرات والتخلعات . لنتعرف من قريب على الفوالق ، حيث يوجد نوعان رئيسيان للفوالق : عادية وانعكاسية .

يمكن للطبقة الصخرية تحت تأثير القوى التكتونية أن تنفصل عن بعضها ويتحرك الجزءان المنفصلان بالنسبة لبعضها حسب المقطع فيهبط جزء ويرتفع الآخر . ويوضح الرسم المرافق أكثر أشكال الفوالق العادية والانعكاسية (المتباعدة والمتقاربة) شيوعاً وعناصرها الأساسية . إن الملفت للنظر هو سطح الانقطاع حيث تظهر آثار حركة الصخور بالنسبة لبعضها على هذا السطح بشكل واضح . وعلى ما يبدو أنه في هذا السطح بالتحديد حدثت حرارات عالية

(*) السينكلينوريا : هي عبارة عن طية سينكلينالية ضخمة ـ المترجم .
(**) انتكلينوريا : هي طية معقدة تمتد عادة ١٠٠كم وأكثر وتتميز ببنية انتكلينالية ـ المترجم .

ويشهد على هذا وجود فلزات ذات حرارات تشكل عالية : الميكا المائية (٦٠٠ - ٧٠٠مْ) ، المسكوفيت (٦٨٠ - ٩٠٠مْ) ، الهورنبلاند (١٤٠٠ - ١٥٠٠مْ) والباراغونيت (٨٤٠ - ١٠٢٥مْ) وهكذا فقد تأثر سطح الانقطاع بالفعل في بعض الأمكنة بحرارات عالية . ولكن هناك ظاهرة مدهشة أنه على عمق ٠,٥ - ١سم من هذا السطح في عمق الصخر لم يكتشف أي أثر لوجود حرارات عالية ! فعلى ما يبدو أن هذه الحرارات لم توجد فقط في بعض الأمكنة وإنما ولفترة زمنية قصيرة جداً .

في إحدى مناطق داغستان كان علينا أن نقوم بتصحيح لخريطة جيولوجية . وقد كان المسح ضرورياً من أجل رسم خريطة بنيوية حسب طبقة دالة من المارل واضحة بشكل جيد في المقطع مارل . وهي عبارة من طبقة من المارل الأبيض سماكتها ١ - ١,٥متر تبرز بين طبقات طينية عاتمة . كانت الفرق الحقلية تسافر لتنفيذ مهمتها عند الفجر وتعود عند حلول الظلام . وفي إحدى الأيام عادت إحدى المجموعات بقيادة ڤينيا الأشقر (هذه الألقاب بغرض المزاح هي ظاهرة شائعة جداً في الفرق الجيولوجية) إلى المعسكر قبل وقت الغذاء .

- ما المشكلة ؟

- باعد ڤينيا الأشقر يديه بغضب قائلاً - إن المارل اختفى

- كيف اختفى ؟

- على اليمين على الضفة الجنوبية الشرقية للوادي الجاف - صحح فينيا ، المارل متكشف ومرئي بشكل رائع أما على الضفة اليسارية فليس له وجود . لقد قمنا بشق خندق طوله ٢٠ متراً ثم قمنا بحفر حفرتين ولكن المارل مختفي ولا يوجد إلا الصخور الطينية .

- هل رسمت شيئاً ؟ وماذا عن خطوط ظهور الطبقة على السطح ؟

- ماذا يمكن أن نرسم هناك ؟ المسافة هناك أقل من ٥٠٠م وعناصر خطوط الطبقة بشكل مختلف ، وعلى الضفة اليسارية نفس الشيء جنوب شرق وميل ٢٠ْ . من الممكن أن يكون المارل غير موجود وعلينا أن نقوم باختيار طبقة مميزة أخرى .

- هذا هراء فالمارل يمتد مئات الكيلومترات دون أي تغيير يذكر . لنذهب ونرى أين اختفى مارلك .

- إنه بالأحرى لك أكثر من أن يكون لي لاحظت كيف ثار ڤيتيا بسرعة ثم دخل السيارة بإذعان .

وصلنا إلى المكان المطلوب بعد أن سرنا بشكل مباشر حوالي ١٥ كم . لم يكن يلاحظ على سفح الجبل وسط الأعشاب شريط الشجيرات إلا في بعض الأمكنة . وعلى الضفة الجنوبية الشرقية للمسيل الجاف كان المارل يتوضع بشكل رائع . كل القياسات كانت صحيحة ، أخذت المنظار وصرت أنظر بعناية إلى السفح المقابل حيث كان يتوضع الغضار المتجانس وعلى بعد حوالي ١,٥كم إلى الأسفل حسب مجرى النهر كان يلوح شريط من الشجيرات .

ـ انظر هذا هو مارلك المختفي . هيه شيولوك هولمس أنت ، إنك لا تستطيع أن تلاحظ ظالك المنشود على بعد كيلومترين فقط .

لقد كانت الوخزة محسوسة . فلقد كان فيتيا يحب القصص البوليسية وكان شيولوك هولمس بطله المفضل . نظر فيتيا إلى تلك الجهة من خلال انبوب التيودوليت الذي كان يستخدمه عوضاً عن المنظار .

ـ لا يوجد أي مارل فقط شريط من الشجيرات أما المارل الأبيض فلا يوجد في أي مكان فأنا نظرت إلى هناك في الصباح .

ـ لقد نظرت بشكل سيء ! ما هو عدد الأيام التي تابعت فيها طبقة المارل ؟

ـ هذا هو اليوم الخامس !

ـ فأين قدرتك على المتابعة ؟ لايمكن إنك لم تلاحظ أن هذه الشجيرات تنمو فقط على المارل ؟ فلايوجد في الطين مياه أما في شقوق المارل هنا فهي موجودة بشكل كاف . تحركوا إلى هناك وتابعوا العمل .

ـ هذا يعني أن فالقاً موجوداً في هذا المكان ! لقد حزر ڤيتيا .

ـ هذا صحيح فالسيل صنع طريقه في المنطقة المنكسرة الضعيفة ولكن كيف يمكن أن تظهر هذا على الخريطة البنيوية ؟

ـ بسيط جداً خطين مع فراغ بينهما .

ـ وماذا يعني هذا ؟

ـ هذا يعني أنه إذا قمنا بتحديد بئر في مكان الثغرة فلن نلتقي في مقطع البئر بالمارل وبشكل عام مقطع البئر سوف يختصر حسب رمية الفالق .

ـ من جديد صحيح ! ولكن على ما يبدو أنه من الضروري تحديد رمية الفالق وعناصر

خطوط سطح الفالق . وعلى ما يبدو أيضاً أنك لن تجد على سطح الفالق منطقة مناسبة للقياس فكيف ستقوم بهذا ؟

ـ لهذا يجب علي أن أجد ثلاث نقاط على سطح الانقطاع . اثنتان منها موجودتان ! نقف على واحدة الآن والثانية هناك عند الشجيرات وعلي أن أجد الثالثة .

ـ وكيف ستحدد رمية الفالق ؟

ـ بسيط جداً أخذ المسافة العمودية بين نقطتين وهما معروفتان لي الآن .

ـ إذن باشر بالتنفيذ ولكن انتبه إلى أنه ينتظرك على بعد حوالي ستة كيلومترات مفاجأة جديدة غير سارة .

ـ الآن أعلم أنه علي أن أقوم مباشرة بالبحث عن فالق .

ـ تخطىء فهناك ينتظرك مباشرة طبقتان من المارل

ـ هل ستظهر طبقة جديدة ؟ ألا يمكن أن يكون هناك فالق عكسي ؟

حزر فيتيا هذه المرة أيضاً ـ فعند الفوالق العكسية يتكرر ظهور الطبقة .

ـ هذا كل شيء ، راقب النباتات .

إن النباتات والتربة تساعدان الجيولوجي في عمله بشكل جيد . تتشكل التربة من الصخور الموجودة تحتها ، وتأخذ من هذه الصخور جزءاً من تركيبها الكيميائي وأحياناً لونها . إن الاختلاف في الألوان يساعد الجيولوجي في عمله أيضاً . تختار عادة النباتات المختلفة ترباً مختلفة ذات تركيب كيميائي محدد وهذا أيضاً يساعد في تعقب الطبقات . وتمتص النباتات عادة وبشكل اختياري بعض العناصر من التربة ، حتى أنه توجد بعض الطرق البيوكيميائية للبحث عن الثروات الباطنية . فيمكن بطريقة سريعة دراسة التركيب الكيميائي للنباتات والبحث عن ارتفاع نسبة هذه أو تلك العناصر فيها وبعد ذلك يصار إلى رسم الحدود القصوى للمنطقة التي توجد فيها هذه الزيادة في محتوى هذه العناصر أو هذا العنصر ثم يقومون باجراء دراسة تفصيلية مركزة داخل هذه المنطقة بهدف أعمال البحث والتنقيب ويمكن أن تؤثر نسبة الاشباع المائي للتربة بشكل كبير على انتشار هذا أو ذلك النوع من النباتات .

تملك رميات الفوالق عادة ارتفاعات مختلفة جداً ، فهناك الصغيرة جداً التي لايمكن ملاحظة آثارها إلا في المقاطع الصخرية المجهرية ، حيث تلاحظ آثار حركة للطبقات تبلغ أبعادها أجزاء الميليمتر فقط . بينما تصل أحياناً رمية الفالق إلى عدة كيلومترات ويمتد الفالق

عشرات ، بل حتى مئات الكيلومترات . وبالمناسبة فإن الفوالق الظاهرة في البروفيل على طريق جورجيا العسكري هي تلك الفوالق ذات القياسات الكبيرة بشكل كاف .

تتشكل غالباً وبشكل مواز لامتداد الفوالق بنيات خاصة معقدة . عندما يتشكل في الجزء المنضغط في جناح الفالق مرتفع يقولون عنه غورست . وعندما ينخفض الجزء بين جناحي الفالق يتشكل ما يسمى بالغرابن وفي مقطعنا يمكن أن ننظر إلى انتكلينورات السلسلة الرئيسية والجانبية كغورستات وبينهما ينضغط غرابن بيجيتينسك .

تنتشر الغرابنات والغورستات ليس فقط في الجبال . ففي البلاتفورما الروسية في المثلث بين كوبتشيف وكازان وايجنسك يعرف العديد من الغرابينات الضيقة في الصخور الأستحالية لقاعدة البلاتفورما وتوضعات الديغوني . وتملأ رسوبيات الكربوني الغرابنات . ومن الطريف أنه كثيراً جداً ما ترتبط بالأجنحة الخارجية للغرابنات مكامن صغيرة للنفط والغاز .

وفي البلاتفورما الروسية يعرف بشكل جيد غراين دفيبروفودونيتسك الذي يصل طوله ٩٥٠ كم ويتراوح عرضه بين ١٠٠ - ١٥٠ كم . ويتوضع هذا الغرابن بين كتلتين مرتفعتين مرتفع فورونيجسك ومرتفع أوكرانيا (أو أوزوف) . وله بنية تكتونية معقدة إلى حد ما فهو يتميز بوجود القبب الملحية ويضم عدداً كبيراً من الطيات والغرابينات والفورستات . ويصل عمق هذا الغراين إلى ٥ - ٧ كم . وحسب رأي الكثير من الجيولوجيين (أ.أ.بوغدانوف ، ب.ب.هاين ، ن.س شافسكي وغيرهم) يمكن أن نطلق على هذا الغرابن تسمية أفلاكوغين (من الإغريقية - الأصل الأخدودي) وكان قد اقترح هذه التسمية العالم شاتسك وتم اكتشاف الكثير من مكامن النفط والغاز في هذا الأفلاكوغين .

وهناك نوع آخر من الغرابينات غالباً ما يكون ذو امتداد كبير جداً (أحياناً أكثر من ألف كيلومتر) يدعى الغور (من الانكليزية Rift الثغرة) يختلف عرض الغور ما بين ٥ - ٢٠ كم (غور البحر الميت) إلى ٢٠٠ - ٤٠٠ كم (غور البحر الأحمر) . وهناك العديد من الباحثين الذين يربطون بداية تكون الجيوسينكلينالات تحديداً بهذه الأغوار .

رحلة في جبال هيمالايا

ولقد أسعدني الحظ أن أرى غرابناً عميقاً بشكل كبير لم تملأه الرسوبيات حتى آخر حوافه وذلك في جبال هيمالايا وهو غرابن موكتينانات . تعال عزيزي القارىء لنطير في الطائرة من دلهي إلى كاتماندو عاصمة نيبال . ما أن ترتفع بنا الطائرة حتى تتكشف أمامنا بانوراما رائعة

الجمال لجبال هيمالايا (من السانسكريتية : مثوى الثلوج) أعلى سلسلة جبلية في العالم .

تمتد هذه السلسلة مسافة ٢٤٠٠كم ويصل عرضها ٢٥٠ - ٣٠٠كم . يمكن من نافذة الطائرة رؤية السلسلة الجبلية المتواصلة التي تغطيها الثلوج بشكل دائم من جبل نوبور (٦٩٥٥م) في الغرب حتى جبل تشاملانغ (٧٣١٩م) في الشرق . ومن هذه السلسلة ترتفع بشموخ أعلى جبال العالم التي يزيد ارتفاعها على ثمانية كيلومترات وهي : أعلى جبل في العالم جومولونغما (ايفريست) ٨٨٤٨م ، كانتشيجانغ ٨٥٨٥م ، هاولا غيري ٨٢٢١م نانغباريات ٨١٢٦ ، تشوغوري K2 ٨٦١١م ، لخوتستز ٨٥٠١م وغيرها .

لقد حاول الكثير من الهواة تسلق قمم هذه الجبال ولكن النجاح لم يكن حليف الجميع . وفي ٢٩ أيار عام ١٩٥٣ استطاع النيوزلاندي أ.هيلاري والشربي تينسينغ الوصول إلى قمة ايفريست . أما هواة التسلق السوفييت فقد قاموا برحلة إلى هذه القمة في الرابع من أيار عام ١٩٨٢ . هل تعتبر قمة ايڤريست هي أعلى قمة في العالم ؟ لقد أصبح هذا السؤال على جدول البحث من جديد . ففي القرن التاسع عشر حدد ارتفاع قمة ايڤريست بـ ٨٨٣٩م وفي بداية القرن العشرين رفعوا هذا الرقم إلى ٨٨٨٢م أما في الوقت الحالي فمن المتعارف عليه أن ارتفاع هذه القمة يبلغ ٨٨٤٨م . وفي عام ١٩٨٧ وبمساعدة الأجهزة الموضوعة على القمر الصناعي الأمريكي أجري العلماء قياساً على ارتفاع القمة K2 (تشوغوري) فتبين أن هذا الارتفاع يبلغ ٨٨٥٨م أي أكثر بعشرة أمتار من ارتفاع قمة ايڤريست فهل تستسلم هذه القمة وتسلم الرقم القياسي في الارتفاع إلى تشوغوري ؟ هذا مازال غير معروف لأن ايڤريست لم تخضع بعد لقياسات مشابهة لتلك التي أجريت على تشوغوري .

تتحكم بارڤاتا (العقل) آلهة الجبال في كل هذه الجبال العظيمة وهي زوجة إله التدمير الغروزني شيف وتعتبر بارڤاتلي من أكثر الآلهة التي تصادف في الروايات الشعبية الهندية - انظر إلى تمثالها فهي كاملة الهدوء والوقار . لقد نفذ هذا العمل فنان تبتي (للأسف غير معروف) .



الآلهة بارفاتا

أخيراً حطت بنا الطائرة في مطار

صغير في عاصمة نيبال ولدينا ما يكفي من العمل للقيام به على الأرض . لعل السياحة هي أحد أروع أنواع الرياضة والراحة وخاصة في الجبال . وإليكم ما يخبرنا به الصحفي س.بارسوف : « بعد أن استطاع متسلق الجبال ادموند هيلاردي وتينتسينغ نورغي في عام ١٩٥٣ الوصول إلى هذا القطب الثالث للأرض ، أصبح هذا القطب كالمغناطيس يجذب إليه هواة التسلق وأعداداً كبيرة من السواح من كثير من البلدان . ويصل عدد هؤلاء إلى خمسة آلاف في السنة ... وعلى كل طرق مرور المشاة من نامتشي ـبازار ، العاصمة « سيربلاندا » كما يسمونها سكان السيرب كالو ـ كهومبا ، إلى معسكرات الانطلاق في أسفل جومولونغما يوجد فقط بعض الأحجار والعنابر الخشبية والتي تدعى بصخب الفنادق . يتم تحضير الطعـام في الطرق ، كذلك وبشكل كامل على عاتق المارة .

إليكم ما حصل في الغابات الجبلية العالية . ليس من الصعب أن تتصور من خلال هذه الأرقـام أنه بشكل وسطي كل مجموعة سياحية تتألف من ١٢ ـ ١٤ شخص يرافقهم عادة ٤٠ ـ ٥٠ جمّال سيربي . عند مخرج واحد فقط إلى جومولونغما يلزمهم من أجل التشغيل مالايقل عن طن من الحطب . وخلال سنة واحدة يعبر الممر عدة مئات من المجموعات وبالمناسبة فإن حمـلات متسلقي الجبال الكثيرة تستأجر في بعض الأحيان ٧٠٠ ـ ٨٠٠ حمّال . وإليكم النتيجة : خلال مدة ثلاثين سنة بعد تسلق هيلاري وتينتسنغ تمّ قطع نصف أشجار الغابات في سيربلاندا .... ووفقاً للقانون الجديد أصبحت هذه المنطقة منطقة حمى يمنع فيها قطع الأشجار والتحطيب وحتى جمع القش . أما كميات الوقود التي يحتاجها السواح والمتسلقون فعليهم أحضارها معهم .... وإذا اكتشف أن إحدى المجموعات خرجت إلى طريق الرحلة بدون اسطوانات الغاز أو أجهزة الطهي بواسطة الكيروسين مع الكمية اللازمة من هذه المادة فيتم ارغامها على العودة دون أي حديث طويل .

لقد تم وقف عمليات قطع الغابات في جومولونغما ولكن مشكلة أخرى خلت في « مملكة الثلوج » وهي رمي النفايات .... فآلاف السياح ومتسلقي الجبال كانوا يتركون بعدهم النفايات . وليس من قبيـل الصدفة أن يطلق هيلاري على منطقة المعسكرات بعد زيارتها «البيئة القذرة» . ولكن أليس هذا ما يمكن أن يؤول إليه الأمر في بعض مناطق القفقاس . ! وألتاي وأورال وحتى في ضواحي موسكو ؟ في بعض المناطق منعوا مرور السيارات على الطريق إلى الغابات والحقول ـ ونظموا « مواقف » للسيارات على الطرق إن كلمة « موقف » بين قوسين ليس من قبيل الصدفة . لقد نسينا نهائياً الأشياء الصغيرة ـ فيجب مراقبة هذه

المواقف والعمل على سلامتها ونظافتها . فالوقوف حالياً في هذه المحطات ببساطة شيء مرعب ولا أعتقد أن هناك مكاناً غير صحي أكثر من هذه الأماكن .

وعن تشكل كاتماندو نفسها توجد أسطورة ممتعة ـ ففي إحدى المرات طار جني لطيف فوق الجبال فرأى بحيرة كبيرة . فكر ! لوجففت هذه البحيرة فستصبح مكاناً رائعاً لحياة الناس . ولكي يحقق حلمه قام بشق الجبال وأنزل البحيرة إلى باطنها وبعد هذا انتشر الناس في وهدة كاتماندو . وأنا كجيولوجي استطيع أن أقول : إن جزءاً من هذه الأسطورة صحيح . فإن كاتماندو وغيرها من المدن في هذه الوهدة تقوم فعلاً على رسوبيات بحيرية .

حملتنا طائرة هيلوكوبتر فوق وحدة موكتيانات لقد حذرنا الطيار في البداية أنه إذا طرنا من خلال نهاية سلسلة انّابورنا التي يصل ارتفاعها ٤٠٠٠ متر فهذا يعطينا عدة ساعات لمشاهدة الوهدة . أما إذا لم تحلق فوق انابورنا فسيكون أمامنا ٤٠ ـ ٦٠ دقيقة . فوافقنا على الطيران من خلال نهاية السلسلة . إذا كنت عزيزي القارىء من هواة الأحاسيس الانفعالية أو الحادّة فننصحك أن تجرب الطيران في الهيلوكوبتر فوق جبال عالية . فعندما لايكفي الهواء شفرات المروحة ستبدأ باصدار أصوات طقطقة ويسقط جسم الطائرة كالحجر عشرات الأمتار إلى الأسفل ثم تعود الطائرة للارتفاع ثم تهبط من جديد وهكذا . فلو كان معنا طبيب فسيدهشه حتماً أن يجد قلوبنا في مكان ما في أسفل أرجلنا . وفي النهاية كان علينا أن نطير بشكل غير مباشر . وعلى الرغم من أن سلسلة أنابورنا الجميلة كانت دوماً تحت أعيننا إلا أن هذا لم يكن سوى سلوى ضعيفة ولم يبق لدينا إلا وقتاً قليلاً للعمل .

تعتبر وهدة موكتبانات عبارة من غرابن نموذجي . يبدو الجدار القائم لسلسلة انّابورنا بشكل واضح من الشرق ويشكل بنية انزلاقية نموذجية . أما الفالق الغربي فهو أقل وضوحاً . وفي قعر الوهدة مخرج صغير لغازات حارة حيث أقام البوديون عند هذا النبع معبداً لهم . وقد كان موريس ايرتسوغ في عام ١٩٥٠ أول من تسلق قمة انابورنا .

يقسمون همالايا عادة إلى ثلاثة عناصر مورفولوجية : تحت هيمالايا (سيڤاليكسك) ارتفـــاع وسطي ٩٠٠ ـ ١٠٠٠م ، هيمـــالايا الصغيرة أو الخارجية ذات ارتفاع وسطي ٣٥٠٠ ـ ٤٠٠٠م هيمالايا المركزية أو العالية ذات ارتفاع وسطي ٦٠٠٠م . يشغل تحت هيمالايا توضعات تعود إلى عمر الباليوجين والنيوجين . تتوضع تحتها تشكيلات تعود إلى ماقبل الكامبري أو في بعض الأماكن إلى الباليوزوي الأعلى . وفي بنية هيمالايا الخارجية تلعب دوراً هاماً صخور ما قبل الكامبري والباليوزوي الأسفل . يجب لفت الانتباه هنا إلى أن التوضعات الأكثر قدماً أي ذات العمر الأقدم

تتوضع فوق الرسوبات الأحدث التي تعود إلى عمر الباليوزوي الأسفل . وتتألف هيمالايا العالية بشكل رئيسي من صخور ما قبل الكامبري ولكن هنا أيضاً تتوضع الرسوبيات القديمة حسب المقطع الصخري فوق الصخور الأحدث عمراً ويمتد وراء جبال هيمالايا جبال التيبت التي تتكون بشكل أساسي من صخور تعود إلى عمر الميزوزوي وفي بعض الأمكنة إلى الباليوزوي وتميل المنظومات الجبلية من جهة الجيوسينكلينال باتجاه البلاتغورما .

يمكن للقارىء بالطبع أن يكون قد لاحظ من خلال هذه المقاطع المعروضة أن الانقطاعات هنا لا تشبه الفوالق المعروضة سابقاً ولهذا تعالوا نتوقف قليلاً عند أحد أنواع الفوالق وهو الفالق الكلسي.

إن الشكل المحتمل للفالق العكسي وعناصره تم عرضه بالرسم وخلافاً للفالق العادي نجد هنا أنه بدلاً من الانفراج يلاحظ باعادة تغطية أي أن نفس الطبقة الصخرية في البئر سوف تتكرر مرتين . إذا كان سطح الفالق معتدل الميلان فيطلقون عليه الفالق المنسحب وهناك قياسات متنوعة جداً للفوالق العكسية . لكن في الفوالق المنسحبة كثيراً ما يلاحظ سطح أفقي تقريباً أو محدب ويتكلمون من الشارياج(*) (wapbx) عندما يمتد الفالق المنسحب بشكل كبير يصل عشرات بل المئات الأولى من الكيلومترات . وفي حالة الشارياج تمتد الطبقات الحديثة تحت الطبقات الأكثر عمراً ويلاحظ أحياناً مقطعاً مقلوباً . ويظهر هذا على سبيل المثال بشكل واضح في جبال الكربات الشرقية وفي جبال هيمالايا .

وفي حالة هذه البنيات المعقدة لابد من أن يتم تحديد عمر الصخور بشكل أكيد وللأسف فإنه في التأريخات الحجرية للصخور الرسوبية هناك الكثير من الانقطاعات ، فتصادف مقاطع عمياء أي خالية من التحجرات ، فإذا لم يكن هناك تحديد أكيد لعمر الصخور ، فيمكن عندها بنفس المعطيات أن نقوم بانشاء تراكيب جيولوجية مختلفة تماماً . ولنوضح هذا القول بمثال ففي الرسم يوجد خمسة تراكيب جيولوجية محتملة : مونوكلينال(**) بسيط ، مونوكلينال مقلوب ، طية انتكلينالية منكسة ، طية سينكلينالية منعكسة وأخيراً طيتان منعكستان معاً انتكلينالية وسينكلينالية . وللدلالة على العمر النسبي تستخدم الاشارات الرياضية > ، < ، = . وحسب هذه المعطيات يمكن افتراض تركيبات أخرى أيضاً .

ومن المؤسف أنه في جبال هيمالايا المركزية والشرقية هناك الكثير من المقاطع العمياء . ففي

(*) من الفرنسية charrier ـ المترجم ـ
(**) المونوكلينال : بنية جيولوجية تميل فيها الطبقة باتجاه واحد ـ المترجم ـ

البداية ، ! نعم وحتى الآن أيضاً ! كانوا يقومون بتحديد عمر الصخور عن طريق العين المجردة وذلك حسب درجة استحالتها . في هذه الحالة كانوا ينطلقون من الافتراض القائل أن الصخور الأقدم هي أكثر استحالة . ولكن عند تحديد درجة الاستحالة عن طريق العين المجردة يمكن أن نقع في الخطأ بسهولة . فالصخور الليتولوجية المختلفة ترتص بشكل مختلف الواحدة عن الأخرى على سبيل المثال الطين يرتص بشكل جيد جداً أما الرمال.فهي الأسوأ ارتصاصاً .

ويعتبر المقطع الذي تم وضعه في مطلع هذا القرن في وهدة دار جيلينغ مقطعاً أساسياً لشرح بنية الجزء الشرقي من جبال هيمالايا ولتتأكد من صحة تتابع الأعمار في هذا المقطع قامت فرقة جيولوجية مؤلفة من ب.غاسو (كندا) ، ك.داتا (الهند) ومؤلف هذا الكتاب .

تعتبر وهدة دار جيلينغ أحد أجمل الأماكن في الهند وقبيل السفر قال داتا مازحاً إنه يجب علينا ليس فقط أن نتوسل إلى الإله بارفات ولكن وأن نطلب الرحمة من غضب روح جبل كانتشند جانغ المرعب أيضاً .

ركبنا في سيارة جيب وسافرنا في طريق ملي بالصخور السربنتينية . لقد جعلنا السائق الجسور (للأسف لم أعد أذكر اسمه وليعذرني لهذا) وهو يدور حول المنحدرات الشديدة التي لا قرار لها نتوجه مرات كثيرة ليس فقط إلى الإله بارفات ولكن مباشرة إلى كل الآلهة في الدنيا . كان الطريق في بعض الأمكنة يسير على الحد بين الهند ونيبال ملتفاً حول الأعمدة الحدودية مرة من هذه الجهة ومرة من الجهة الأخرى وكنا نسير أحياناً وعجلات السيارة اليسرى تماماً في نيبال بينما اليمنى في الهند ولم نلتقِ في كل الطريق بأي رجل جمركي أو حرس حدودي من هذا البلد أو ذاك . ما فائدة وجود أسلاك شائكة بين بلدين صديقين في مناطق حدوديــة ميئوس منها ؟ كنا نصادف في بعض الأحيان سكاناً يحملون حزماً من الحطب . كنت أخشى أنهم يمكن أن يكونوا قد ضلوا الطريق وخالفوا الحقوق الحدودية الدولية بين البلدين بينما هم يجمعون الحطب من المكان المناسب بغض النظر عن الحدود الدولية لكنهم يقولون : إن سكان بعض القرى التي يصعب الوصول إليها لا يعرفون بالتأكيد إلى أي بلد بالتحديد ينتمون .

اخترنا العينات الصخرية اللازمة من هذا الطريق المتعب ووضعنا عليها الرموز الضرورية وارسلناها إلى الاتحاد السوفييتي وإلى كندا . وبعد انتظار ممل تلقينا الجواب من كلا البلدين . لقد كانت النتيجة مذهلة ، لم يكتشف وجود أي استحالة ! ولم تكن القياسات الاشعاعية واضحة ولكنها كانت تدل غالباً على وجود مقطع مباشر وليس مقلوباً . هكذا إذن !! فمن الواجب إعادة النظر في البيئة

الجيولوجية لجبال هيمالايا ولكن قبل كل شيء يجب التأكد عدة مرات وبشكل دقيق .

وفي الحقيقة يجب أن نذكر أن أحد أشهر علماء جبال هيمالايا وهو العالم النمساوي أ.غانسير يشك أيضاً في صحة بنيتها . ففي خاتمة كتابه الرائع « جيولوجيا هيمالايا » يكتب : «لسوء الحظ لايوجد معلومات كافية عن هذه المنطقة . ومنطقتنا معلقة في الهواء بشكل كامل» وأكثر من ذلك إنه يعتقد أن جبال هيمالايا ماعدا مرتفعات الهندوس لا تعد جبال من الطراز الجيوسينكلينالي . كيف إذن تكونت المنظومة الجبلية لسلاسل هيمالايا ؟ توجد فرضية تفسر تشكل الجبال كنتيجة لتكسرات تحصل في البلاتغورما القاسية والنهوض الفعال لكتلتها إلى ارتفاعات كبيرة . إنه على حساب نشاط البلاتغورما الصلبة بالذات يفترض العالمان ف.ف.بيلووسوف و ب.ب.بارخاتوف تشكل جزء على الأقل من سلاسل هيمالايا .

يميزون في تاريخ الأرض بعض الأزمان القصيرة نسبياً لظواهر تسريع نشاط الحركات التكتونية ـ أطوار التجعدات وتشكل الجبال: الحركات الكاليدونية التي بدأت منذ الأردوفيك وحتى بداية الديفوني، الهيروسينية من بداية الكربوني وحتى الترياسي ، الألبية ـ من الجوراسي حتى الحقب الرباعي .

وتنسب جبال هيمالايا إلى منطقة التجعدات الألبية أي إنها تشكلت من الجيوسينكلينال الألبي . وينسب إلى هذا الجيوسينكلينال بالتأكيد جبال الألب ، الكاربات والقفقاس . ولكن في جبال هيمالايا تغيب عملياً الصخور الميزوزوية التي تعتبر مميزة إلى حد ما لمناطق الجيوسينكلينالات الألبية فمن المحتمل أن لايكون هناك الجيوسينكلينال الألبي نفسه . وفي هذه الحالة تعتبر فرضية تكون جبال هيمالايا نتيجة نشاط أطراف البلاتغورما الهندية مفضلة . ولكن كل هذا ما زال يعتبر جدلاً ولا زال أمامنا كميات هائلة من الأعمال لكشف سر جبال هيمالايا . أما بالنسبة لنا فقد حان الوقت لوداع سلاسل هيمالايا . ويعلم كل من تسلق الجبال مرة أنه ترك هناك جزءاً من قلبه .

وداعاً ، أيتها القمم تحت الأثواب الثلجية
وداعاً ، أيتها الوهاد والمروج المنحدرة
وداعاً أيتها الغابات المتدلية الوفيرة
وداعاً يا تيارات أصوات الغابات
إن قلبي في الجبال .. ومازلت نفسي هناك

روبيرت بيرنس .

في البحر

نقرأ في أنشودة فيلبوا.ك وبكلمات الشاعر الروسي الشهير ن.يازيكوف :

إن بحرنا الموحش

يصخب في الليل والنهار

وفي رحابه المهلكة

انطمرت الكوارث الكثيرة .

نعم فلقد انطمرت بالفعل كوارث كثيرة في أعماق البحار ولكن أسراراً كثيرة أكثر من هذه الكوارث ما زالت هناك . وقد استخدم الانسان البحر منذ غابر الأزمان للحصول على الغذاء وكطريق مريح لمزاولة التجارة وفي الحرب والقرصنة . وكانت سفن القراصنة حتى نهاية القرن الماضي تجوب البحار : يسلبون ويحاربون ويقاتلون في عباب البحار .

كان الانكليز يقولون إنه من يسيطر على البحر يسيطر على العالم . وهكذا فقد استمرت الحروب من أجل السيطرة على البحار قروناً كثيرة .

كانت اسبانيا في القرنين الخامس عشر والسادس عش أقوى دولة بحرية وكانت تمتلك «اسطولاً لايقهر » وكانت سفنها الحربية الجيدة تراقب نمو الخصم - انكلترا وفي عام ١٥٨٨ حانت المعركة الفاصلة بين هاتين الدولتين العظيمتين للسيطرة على البحار وكانت النتيجة أن انهزم « الأسطول الذي لايقهر » وتشتت سفنه وقد غرقت سفن كثيرة بما تحمله من كنوز إلى قاع البحر وهكذا فقد غرقت الكنوز الكثيرة التي كانت قد جمعت من المستعمرات وهي في طريقها دون أن تصل إلى الدولة المستعمرة .

وفي القرن العشرين ضاعفت الحربان العالميتان حجم مقبرة السفن والكنوز الغارقة في البحر

. وهناك الآلاف من شركات البحث عن الكنوز الخاصة بينما تحاول حكومات كثيرة الوصول إلى هذه الثروات أيضاً . وقد استطاعت بعض الحملات أن تنهي عملها بنجاح . وفي السنوات الأخيرة وصلت أعمال البحث والاكتشافات الناجمة إلى أعماق تزيد عن ١٠٠٠م .

وفي الحقيقة أن القيمة العظيمة للبحار تكمن ليس في الكنوز المسروقة أو السفن الذهبية المدمرة ولكن قبل كل شيء تكمن قيمة البحار بها نفسها ، في المنتجات السمكية والبيولوجية الأخرى وفي الاحتياطي الذي لا يحصى للعناصر الكيميائية المختلفة .

تقدر نسبة مياه البحار والمحيطات بـ ٩٧ - ٩٨٪ من مياه الكوكب الأرضي ككل أما النسبة المياه العذبة فتقدر بـ ٢,٥٪ فقط . بما فيها تلك الموجودة في البحيرات والأنهار والمستنقعات والتربة والغلاف الجوي . أي أنه في منطقة التبدل المائي الفعال يدخل فقط ٠,٤٪ من موارد المياه في العالم . هذا وتنتشر المياه العذبة في اليابسة بشكل غير متجانس إلى حد كبير ومن الملموس أن هناك نقصاً في المياه العذبة على اليابسة وإن النقص في مصادر هذه المياه يزيد عملية التلوث سوءاً ويؤدي أحياناً إلى حالات التسمم . إن المدينة الواحدة التي يبلغ عدد سكانها مليون نسمة تجلب يومياً ألف متر مكعب من الأوساخ . وهناك بعض المنشآت الصناعية التي تسبب تلوثاً في المياه بما لايقل عما تسببه مدينة أو حتى مدينتين كبيرتين . وهناك كثير من أنهار العالم التي تحولت عملياً إلى سيالات لايمكن استخدام مياهها من أجل الاستهلاك ولاشك أن الأنهار القذرة تعتبر خطيرة حتى على مياه المحيطات نفسها . وقد آن الأوان لكي يتضامن العالم كله من أجل حماية المياه الطبيعية .

تحتوي الجليديات على حوالي ١,٥٪ من احتياطي المياه العالمي وتعتبر الجليديات الزاحفة من غرونلندا ومنطقة القطب الجنوبي إلى البحر بداية لرتل لاينتهي من الجبال الجليدية .

ويوجد في بعض البلدان مثل الولايات المتحدة الأمريكية واليابان والكويت مشاريع لنقل مياه الجبال الجليدية . ويمكن بالاستعانة بالطرق التقنية الحديثة نقل جبل جليدي يصل حجم مياهه إلى عشرة كيلومترات مكعبة . ولكن تترافق مع مصادر المياه العذبة هذه أخطار التسمم .

فالمنشآت الصناعية تلقي كميات كبيرة من المواد السامة في الجو التي تؤدي إلى تلوث جو المحيطات أيضاً . وتصل الرسوبيات الهوائية الحامضية حتى كل المناطق الجليدية ويمكن لمياه المحيطات إذا استخدمت بشكل علمي أن تشكل مصدراً لإنتاج المياه العذبة لاينضب عملياً . وتوجد محطات لتنقية المياه منذ زمن بعيد في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان والكويت

والكثير من البلدان الأخرى . أما في الاتحاد السوفييتي فهذه المحطات تعمل في باكو وكراسنوفودسك وشيفتشنكو وبعض المناطق الأخرى .

الثروات الطبيعية المتواجدة في المحيطات

يعتبر الملح أحد أهم الثروات الطبيعية في مياه المحيطات التي يستخدمها الإنسان وتغطي أملاح الطعام المستخرجة من مياه المحيطات أكثر من ثلث احتياجات العالم من هذه المادة . ويبلغ الاحتياطي العالمي من الأملاح في مياه المحيطات رقماً خيالياً - ٤٨,١٠ ^{١٥} طن . ويمكن الحصول من كل عشرة أطنان من الأملاح البحرية على ١٧٣٠ كغ من الجبس الخام ، ٣٧٠كغ من أسمدة البوتاسيوم و ٢٦كغ من البروم وهكذا ... وتملك بعض الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية واسبانيا وايطاليا وفرنسا واليابان وغيرها خبرة عمل كبيرة في هذا المجال . وهناك مخزون من مواد البناء ينتشر على طول الخطوط الساحلية للمحيطات والبحار وبشكل جزئي في المناطق الساحلية والشاطئية :

التوضعات الكلسية المحارية ، الرمال ، الحصى وهكذا ويتم تعويض المواد المستخدمة من هذا الاحتياطي كل سنة عن طريق النشاط الحياتي في المحيطات وعن طريق التعرية الفيزيائية والكيميائية للقارات . فتجلب الأنهار كل سنة حوالي ١٧,٦ × ١٠ ^{٩} طن من الرسوبيات وعدا عن ذلك يؤدي تخريب شواطىء البحار إلى ترسيب ما يقارب ٢,٢٥ × ١٠ ^{٩} طن من المواد الرسوبية .

وتعرف في رسوبيات شواطىء المحيطات بعض الفلزات مثل : الايلمينيت(*) ، روتيل(**) كاستيريت(***) ، ماغنيتية(****) ، الذهب ، البلاتين ، الألماز ، الولغرام وغيرها . ويتم استخراج بعض هذه الفلزات في كل من استراليا ، الهند ، تايلند ، ماليزيا ، البرازيل . وتمتلك بعض فلزات الفوسفات والفلزات الحديدية المغنيزية المنتشرة مباشرة فوق قاع المحيطات أهمية اقتصادية خاصة . فتصادف الأخيرة غالباً بكميات اقتصادية في المحيط الهادي والأطلسي والهندي .

(*) الايلمينيت : فلز لونه أسود صيغته الكيميائية $FeTio_2$ تتواجد فيه عادة شوائب من اكاسيد Mg و Mn - المترجم -

(**) روتيل : فلز صيغته Tio2 يمكن أن تتواجد فيه شوائب من Fe و Ta و Nb و Sn

(***) كاستيريت : Sno_2 مع خليط من Fe_2O_3 يصل حتى ٨٪ ، Ta_2O_5 ، Nb_2O_5 ، Mno و FeO - المترجم -

(****) الولغرام : فلز صيغته $(FeMn)\ WO_4$

ومن المعروف أن هناك كميات كبيرة من الطمي العضوي في قاع المحيط ويبشر استخدام هذه المواد في الزراعة بفوائد كبيرة .

ويعتبر الكهرمان أحد الفلزات الغريبة التي تقدر باثمان عالية في عالم المجوهرات والكهرمان هو عبارة عن صمغ أشجار الصنوبر وسرو المستنقعات المتحجر وأكثر أنواع الكهرمان ثمناً هي تلك التي تحتوي بداخلها على حشرات . وكثيراً ما ترسل أمواج بحر البلطيق إلى الشاطىء أحجار الكهرمان حيث يقوم الهواة الذين يسيرون على حافة الشاطىء بجمع هذه الأحجار . ويوجد بالقرب من مدينة كالينينغراد أكبر مكمن كهرمان معروف في العالم . وقد تم اكتشاف شظايا الكهرمان على شواطىء البحر الأبيض وبحر بارنتس وبحر كارا .

وترتبط بالمحيط الهادي مصادر طاقة عظيمة وهي طاقة الأمواج ، طاقة المد والجزر وطاقة الرياح البحرية . وقد تم في السنوات الأخيرة انشاء محرك ذي احتراق داخلي يعمل على الهيدروجين ويمتاز هذا المحرك عن المحركات العادية بميزة هامة جداً وهي أنه لايطلق في الجو غازات الـ Co و الـ Co_2 الضارة وباستخدام هذا المحرك يزول الضرر الكبير الذي تسببه المحركات الأخرى في تلوث الجو في المدن الكبرى . وعلى الرغم من أن الحصول على احتياطي الهيدروجين الذي لاينتهي في المحيطات يحتاج إلى هدر جهود كبيرة ولكن الغاية تبرر الواسطة ـ فإن نظافة جو المحيطات وضمانة صحة جيدة للانسان تستحق هذا الهدر .

المكامن النفطية وتطور استخراج النفط تحت قاع المحيطات :

لقد تطرقنا حتى الآن إلى خيرات المحيطات التي تتوضع فوق القاع مباشرة ولكن كم هي تلك الثروات التي تختفي تحت هذا القاع .

تم في عام ١٩٢٤ والأول مرة التمكن من استخدام مكمن نفطي تحت قاع البحر وذلك في حقل بيبي ـ ايبات في الاتحاد السوفييتي . من أجل التنقيب عن المكامن في الخليج كانوا يقومون ببساطة بصب التربة التي ستقف عليها أبراج الحفر والمعدات الصناعية الأخرى وفيما بعد أصبحوا يقومون من أجل الحفر في البحار ببناء جزر اصطناعية تستند على أوتاد وعلى قواعد بحرية ثابتة مصممة خصيصاً . ومن أجل عمليات استغلال المكامن يوجد ليس فقط قواعد الحفر وإنما أيضاً قرى صناعية كاملة ومريحة .

لقد كان حلم المنقبين في البداية هو الحفر حتى خمسين متراً تحت قاع البحر ولكن حتى وقتنا الراهن تم انشاء محطات حفر مختلفة تسمح بعضها عملياً بالوصول إلى أي عمق .

لقد تم حتى الآن في حدود الرصيف القاري اكتشاف أعداد كبيرة من مكامن النفط والغاز حيث دخـــل الكثير منها في عمليات الانتـــاج . ففي بحر قزوين بدأ الانتاج على أعماق ١٥٠ ـ ٣٠٠م . وفي البرازيل تم في عام ١٩٨٤ اكتشاف مكمن نفطي على عمق أكثر من ٩٠٠م . ويمكننا الآن أن نصادف أبراج الحفر في كل البحار والمحيطات تقريباً : في المحيط الهادي ، المحيط الأطلسي ، المحيط الهندي وفي المحيط المتجمد الشمالي . وفي عام ١٩٨٥ وصلت نسبة النفط المستخرج من البحار إلى حوالي ٣٠٪ ونسبة الغاز ٦٪ وتبين أن هناك غنى كبيراً بالنفط بشكل خاص في الخليج العربي وفي بحر الشمال في أوروبا .

ماذا عن المحيطات :

تغطي المحيطات الجزء الأكبر من سطح الكرة الأرضية (٧٠٪) ويقدر العمق الوسطي للمحيطات بـ ٤ كم مع العلم أنه تصادف بها وهاد يصل عمقها حتى ١١كم . إن قاع المحيط مقسم بشكل معقد إلى حد كبير . فهناك الجبال ذات القمم المنفصلة والأودية والميازيب العميقة جداً ولكن كل هذه البنيات تحمل معها مظهرها البحري الخاص .

يرتبط شكل الأرض على اليابسة بشكل رئيسي ليس فقط بالحركات التكتونية وبتراص الصخور ولكن أيضاً وإلى درجة كبيرة بتأثير قوى التعرية المختلفة (خارجية النشأة) . أما هنا على قاع المحيط وفي رسوبيات المياه المحيطية فتتميز ظروف التعرية الفيزيائية بخمول كبير ، حيث تختفي في القاع التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة بين الليل والنهار ، بينما تتغير درجات الحرارة والكثافة والملوحة الموسمية في حدود ضيقة . وكذلك فإن تغير هذه الصفات من مكان إلى آخر يعتبر ضعيفاً . فعلى سبيل المثال إن الفرق بين الحرارة الوسطية للمياه على أعماق أكثر من ٣ كيلومتر بين مناطق القطب الجنوبي والمناطق الاستوائية هي من درجتين إلى ثلاث درجات فقط . ولا توجد هنا رياح محملة بالرمال الفعالة في عمليات التعرية ولكن هناك بعض العوامل التي تسود في المحيط كالهياجانات التموجية وحركات المد والجزر والتسونامي(*) والجريانات ودورات المياه العمودية والتيارات العكرة والانهيارات تحت المائية وأخيراً أشكال الحياة المختلفة .

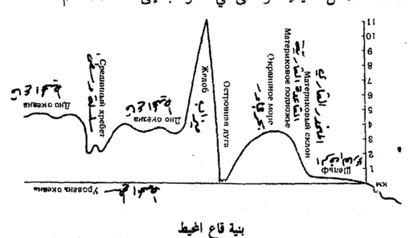
(*) التسونامي : هي أمواج قوية ذات أثر تخريبي كبير تحدث نتيجة التغيرات في مستوى المياه في أوقات الهزات الأرضية تحت المائية تصل سرعة انتشارها ٤٠٠ ـــ ٨٠٠ كم / ساعة وترتفع المياه ١٥ ـــ ٣٠م وأكثر ـــ المترجم ـــ

يمكن رسم مخطط عام لكل المحيطات انطلاقاً من اليابسة وحتى أعماق المحيط . فاعتباراً من الشاطىء وباتجاه المحيط تبدأ الأرض الضحلة بالتعمق وتدعى هذه المنطقة أحياناً بالرصيف القاري يصل عمق هذا الرصيف من ١٠٠ حتى ٦٠٠ ـ ٧٠٠م ويتراوح عرضه من ٢ حتى ١٢٠٠ كم . بعد ذلك يبدأ في الرصيف القاري انحدار شديد حيث تتراكم في أسفله كتل المواد الرسوبية ـ المنطقة الانتقالية . تتراوح القيمة الوسطى لميل المنحدر القاري من ٤ ـ ٦° لكنها تصل أحياناً ١٠ ـ ١٥° .

إن شكل المنحدر القاري مفصل بشكل حاد : روابي تتخللها ميازيب عميقة وجروف ومنخفضات متطاولة . ينسب إلى المنطقة الانتقالية أحياناً الحواف البحرية العميقة التي تفصلها أحياناً عن أجزاء المحيط الأخرى سلسلة من الجبال بشكل مقوس تظهر أحياناً على شكل جزر .

ويتشكل قاع المحيط من تناوب روابي مرتفعة وأحياناً نجود وهضاب مع منخفضات وميازيب عميقة يتراوح عمق قاع المحيطات من ٢٥٠٠ ـ ٣٠٠٠ حتى ١١٠٠٠ متراً ، لكن حوالي ٧٥٪ من مساحة قاع المحيطات تقع على أعماق ٣٠٠٠ ـ ٦٠٠٠ م .

من الطبيعي أن نجد في قاع المحيطات سلاسل جبلية رئيسية ، حيث تشكل هذه السلاسل نظام موحد يحزم الأرض في حدود ٤٠ ـ ٦٠° من نصف الكرة الجنوبي . ومن هذه الحلقة وباتجاه الشمال تتباعد ثلاثة أنظمة من السلاسل الجبلية : السلسلة الأطلسية الوسطى ، السلسلة الهندية المركزية وسلسلة المحيط الهادي الشرقية . يمكن للسلسلة الأطلسية الوسطى مع بعض الانحناء أن تسير من خلال ايسلاندا وبحر النرويج إلى المحيط المتجمد الشمالي ويصل الطول العام لامتداد السلاسل المحيطية الوسطى في الكوكب إلى ٧٢٠٠٠ كم .



بنية قاع المحيط

عمليات حفر قاع البحر ـ ومقارنة بين بنية القشرة الأرضية في القارات وتحت المحيطات :

لقد تم الحصول على التصور العام لشكل قاع البحار بفضل تطور علم تحديد المسافة عن طريق الصدى . وابتداء من عام ١٩٦٨م . بدأ حفر قاع البحر من السفينة الأمريكية «غلوما ـ شيلينجر» . ولقد تم حتى الآن تقديم عدة مشاريع لدراسة قاع المحيطات بمساعدة الحفر تحت المائي العميق وتم أيضاً حفر أكثر من ١١٠٠ بئراً في البحار والمحيطات .

واعتباراً من الخطوات الأولى للحفر في المياه العميقة صادف العلماء أموراً غير متوقعة ، فحفر الآبار في المياه التي يبلغ عمقها ٣٠٠٠ ـ ٤٠٠٠م كان يتم في رسوبيات رخوة غير متماسكة : فقد تم الحفر ١٠ ، ٢٠ ، ٢٠٠ متر ولكن العملية كانت تسير كالسابق في رسوبيات غير متراصة . والأكثر من ذلك هو أن العينات التي كانت ترفع إلى السطح كانت ترغي وتزبد ولقد تبين عن طريق المستحاثات المجهرية الموجودة في العينات أن عمر هذه الرسوبيات يعود إلى الميزوزوي أي حوالي ٧٠ مليون سنة ! فكيف لم تتراص هذه الرسوبيات خلال هذه المدة الزمنية الطويلة ؟ لماذا كانت العينات ترغي وتخرج فقاقيع ، فمن المعلوم أن قاع البحر والرسوبيات التي تحته يقع تحت ضغط عدة عشرات الميغاباسكالات (MIIa) . فما الذي منع تماسك الرسوبيات ؟ من المدهش للوهلة الأولى الضغط نفسه الذي يسببه عمود المياه البحرية . تحتوي مسامات الرسوبيات على مياه ترتبط هيدروستاتيكياً بالبحر ولابد من أجل تراص الرسوبيات من التغلب على هذا الضغط . إن حساب الوزن النوعي لكتلة الرسوبيات على الأعماق المذكورة يدل على أن سماكة هذه الرسوبيات يجب أن تزيد عن ١٣٠٠م . على الرصيف القاري خلال الأعماق الضحلة للبحر (وسطي العمق ١٣٠م) والتراكم السريع للرسوبيات تبدأ الرسوبيات بالتراص خلال سماكة ٣٠م فقط . إن المحاكمة السابقة صحيحة فقط عندما تكون المياه الموجودة في مسامات الرسوبيات لاتزال مرتبطة هيدروستاتيكياً بمياه البحر ، أما إذا ظهرت على سطح الرسوبيات أو في هذه الرسوبيات طبقة غير نفوذة فستبدأ تحتها الرسوبيات تتراص بشكل سريع .

قبل بداية الحفر في المياه العميقة كان يتم إجراء بحوث بطرق جيوفيزيائية مختلفة : قياسات المغناطيسية ، ثقلية وسيسمية . ولقد تبين أن الحقول المغناطيسية والثقلية والاهتزازية في المحيطات تختلف عن تلك التي في اليابسة وفي النتيجة استنتج أن بنية القشرة الأرضية تحت المحيطات غير تلك التي في اليابسة .

إن بنية القشرة الأرضية في القارات هي تقريباً على الشكل التالي :

١ ـ طبقة رسوبية تتراوح سماكتها من الصفر حتى عدة كيلومترات ، وتصل في الوهاد العميقة حتى ١٥ ـ ٢٠ كم . إن سرعة عبور الموجات الاهتزازية في هذه الطبقات أقل من ٥كم / ثا ، الكثافة ٢,٣ ـ ٢,٦غ/سم٣ .

٢ ـ طبقـــة غرانيتيـــة سماكتها حتى ١٥ ـ ٢٠ كم ، سرعة عبور الموجات الاهتزازية ٦,٥ ـ ٧,٤ كم / ثا ، الكثافة ٢,٧ غ / سم٣ .

٣ ـ طبقة بازلتية ذات سرعة عبور موجات اهتزازية ٧,٥ كم / ثا وكثافة الصخور حوالي ٣٠ غ/سم٣ ويعتبر سطح موهوروفيتش هو الحد السفلي للقشرة الأرضية ويستدل على هذا السطح عن طريق الارتفاع الحاد لسرعة الأمواج الاهتزازية التي تصل إلى ٨م/ثا وأكثر .

إن العمق الوسطي لسطح موهورفيتش يصل إلى ٣٥كم ولكنه يصل أحياناً ٦٠ ـ ٧٠كم .

إن تسمية الطبقة (الغرانيتية) و (البازلتية) هي تسمية شرطية . فالحديث يدور عن تلك الصخور التي تكون فيها سرعة عبور الموجات الاهتزازية والكثافة قريبة من تلك الكثافة والسرعة في الغرانيت والبازلت . في أعمق بئر محفور في العالم في شبه جزيرة كولا (حيث يصل عمق البئر إلى ١٢,٥كم وسوف يزداد هذا الرقم) لم يلاحظ أي تغير جوهري في خواص الصخور عند التقاطع مع حد الطبقة الغرانيتية والبازلتية .

إن هذا النموذج من القشرة الأرضية ينتشر أيضاً في الرصيف القاري وفي المنحدر القاري ثم في اتجاه المحيط يحصل تغير حاد :

١ ـ طبقة مياه ذات سماكة وسطية ٤ ـ ٤,٥كم

٢ ـ طبقة رسوبيات غير متراصة ذات سماكة من ٠,٧ ـ ١,٠ كم ، سرعة الموجات الطولية ١,٥ ـ ٤,٥كم/ثا ، الكثافة الوسطية ٢,٣ غ/سم٣ .

٣ ـ طبقة ثانية من الرسوبيات ذات سماكة وسطية ١,٧كم ، سرعة الموجات الاهتزازية ٥,١ ـ ٥,٥كم/ثا والكثافة ٤,٥٥ غ/سم٣ .

٤ ـ طبقة بازلتية بتلك المواصفات التي في القشرة القارية ذات سماكة ٤,٢كم .

إن الملفت للنظر في القشرة الأرضية تحت المحيطات هذه السماكة القليلة التي هي وبدون طبقة المياه ٦ ـ ٨كم مقابل ٣٥ ـ ٤٠ أو حتى ٦٠ كم في القارات ، غياب الطبقة الغرانيتية ،

سماكة الصخور الرسوبية تقع في حدود الكيلومترات الأولى .

إن مراقبة بعض الميزات في بنية القشرة الأرضية تحت السلاسل الوسطى تبين أنه هنا تغيب الحدود الدقيقة لسطح موهوروفيتش حيث تتوضع تحت الطبقة الثانية صخور تكون فيها سرعة عبور الموجات المرنة ٧,٢ ـ ٧,٨ كم / ثا أي أكثر منها في الطبقة البازلتية وأقل منها على سطح موهوروفيتش .

تنتشر في الزمن الحاضر بشكل واسع فرضية « التكتونيك الكروي الجديد » طبقاً لهذه الفرضية تتم في الاستينوسفير حركة نقل للمواد (عن طريق الحمل) في أماكن صعود تيارات النقل تتشكل السلاسل الجبلية المحيطية الوسطى والتي تصل من خلالها المواد العميقة إلى السطح . من هـذه المواد تتشكل صفائح القشرة الأرضيـة . وتمثل السلاسل المحيطية الوسطى (المواد الناهضة) والميازيب المائية العميقة (المواد المنغمسة) حدود هذه الصفائح .

وعند صعود مواد جديدة تنزاح المواد الصاعدة مبتعدة باتجاه الأطراف مسببة حركة الصفائح نفسها وما تحمله من مواد . وبهذا الشكل يحدث في مكان السلاسل الجبلية الوسطى توسع وحدوث قشرة جديدة .

تنغمس مواد القشرة الأرضية في ميازيب المياه العميقة وتعاد معالجتها وطبقاً لفرضية «التكتونيك الكروي الجديد» لايحدث توسع عام في القشرة الأرضية فالتشكل الجديد في جزء ما يعوض عنه انغماس في مكان آخر .

يلاحظ في المنطقة الانتقالية من القارة إلى المحيط بنية غير متجانسة ومعقدة إلى حد كاف . وهكذا ففي أسفل القشرة (سطح موهوروفيتش) يتشكل تحدبات تحت أطراف البحار وتقعرات تحت الجزر المقوسة والمنخفضات المتاخمة لها ثم من جديد تصعد نحو قاع المحيط . يحدث في منطقة الانغماس تحرك للصفيحة المحيطية منغمسة تحت القارية ، وفي كل الأحوال يعتبر هذا التصور احتمال وارد جداً في الميازيب العميقة في المحيط الهادي . ويمكن أن يحدث نتيجة تصادم صفيحتين من القشرة الأرضية تجعد للقشرة وتشكل جبال جديدة .

وبالعلاقة مع المنطقة الانتقالية من المهم أن نتحدث أيضاً عن منطقة بينوف ـ زافاريتسكي . تتميز المناطق الانتقالية بانعكاس شديد للأمواج الاهتزازية . إن دراسة الأمواج الاهتزازية التي تسببها كل هزة أرضية تمكننا من تحديد المركز الذي تنتشر منه هذه الأمواج ـ بؤرة الهزة الأرضية . إن مراقبة الكثير من الهزات الأرضية يدل على أن بؤرات الهزات الأرضية في كل

منطقة انتقالية يحدث تقريباً على نفس السطح الذي اصطلح على تسميته منطقة بينوف ـ زافارتيسكي . يمكن تمييز هذه المنطقة بشكل واضح جداً في مناطق المحيط الهادي . إنها تنغمس هنا من الجزر المقوسة تحت القارات بزاوية ٣٠ ـ ٤٥ وتبقى ملاحظة حتى أعماق عدة مئات الكيلومترات .

بعد أن تعرفنا على الصفات العامة لخصائص البنية الجيولوجية للمحيطات تعالوا لنقوم برحلة في هذه المحيطات .

المحيط المتجمد الشمالي :

هو أصغر المحيطات الأربعة الموجودة في الكرة الأرضية تبلغ مساحته ١٣مليون كم٢ . ثلثا مساحة هذا المحيط تبقى مغطاة وعلى مدار السنة بالجليد الذي يبلغ عمره سنوات كثيرة . سماكة الحقول الجليدية ٣ ـ ٤م ، الركام الجليدي ٢٠ ـ ٢٥م . تعوم الجليديات من الشرق باتجاه الغرب حاملة معها الجبال الجليدية الغرونلاندية العائمة إلى المحيط الأطلسي . كان المناخ القاسي والوضع الجليدي الصعب يحول دون دراسة المحيط المتجمد الشمالي .

بدأ الناس المنحدرون من مدينة نوفغورد يستوعبون شاطىء المحيط منذ القرن الخامس عشر ، حيث أخذت القرى الروسية تظهر على شاطىء البحر الأبيض . وفي عام ١٥٨٤ وبالقرب من مصب نهر دوين الشمالي تم إنشاء مدينة وميناء ارخانغيلسك من هنا اتجهت الحملات المجهولة والتي لا تحصى باتجاه الشمال والشرق لمطاردة الوحوش البحرية والحصول على الفرو . لقد اجتذبت الأرض المجهولة وخيراتها الناس . وسريعاً تم اكتشاف خليج أوب ومصب نهر أوب . في مصب نهر تاز في خليج أوب في عام ١٦٠١م تأسيس مدينة منغازيا . ومن هنا بدأت عملية التعرف على شمال سيبريا واستيعابها .

إن تاريخ اكتشافات تلك السنوات لم يحفظ تقريباً . ففي ذلك الزمن البعيد لم تكن حدود الامبراطورية الروسية معروفة . لم يعرفوا حتى إذا كانت آسيا متصلة بأمريكا أم كان يفصل بينهما البحر . ظهر اهتمام الأوروبيين بشكل كبير جداً في القرنين السادس عشر والسابع عشر حول امكانية اكتشاف طريق شمالي إلى بلدان الشرق الأقصى . ومن أجل هذا الهدف نظمت عدة حملات (أولوبي ، بارينتس ، غودزونا ، ديفيسيا ، بافينا .. الخ) . ولكن كل هذه الحملات فشلت في تحقيق هدفها في اكتشاف طريق شمالي إلى المحيط الهادي . وعلى

الرغم من ذلك فقد قدمت معلومات كثيرة مفيدة حول دراسة المحيط .

في عام ١٦٤٨ انطلق البحار الروسي س.ي.ديجنيف بالقرب من مصب نهر كوليما متجهاً نحو الشرق ، وقد تسنى له أن يكون أول من أبحر من خلال الخليج الذي يفصل آسيا عن أوروبا . ولكن هذا الاكتشاف الهام بقي غير ملحوظ .

لقد فهم بيوتر الأول ضرورة وأهمية الطرق البحرية من أجل تطوير التجارة . وبدون هذه التجارة سيبقى تطور الدولة في المستقبل محدوداً . كانت طرق المرور إلى البحار الجنوبية في قبضة تركيا . وقد فشلت محاولة النزول في البحر الأسود في ذلك الزمن . قام بيوتر الأول « بفتح نافذة إلى أوروبا » وذلك باستيلائه بقوة السلاح على الخليج الفنلندي في بحر البلطيق وبناء مدينة عند مصب نهر نيڤا مدينة بيتربورغ .

وكان بيوتر الأول يحلم بامكانيـــة التجارة مع الهند والصين عن الطريق الشمالي حول آسيا . ومن أجل هذا الهدف أصدر القيصر أمراً بتجهيز حملة إلى كامتشاتكا وقد عين فيتوس بيرنيغ ذو الأصل الدانيماركي والذي خدم في روسيا سنوات عديدة قائداً للحملة والملازم الكسي تشيريكوف ومارتين شبانبيرغ مساعدين للقائد . استغرقت الحملة خمس سنوات من ٢٤ كانون الثاني ١٧٢٥ حتى ١ آذار ١٧٣٠ . إن أكبر صعوبة لاقتها الحملة هي الحصول على المـــؤونة اللازمة في اخوتسك ولم تصل المؤونة إلى هناك حتى بداية شهر آذار عام ١٧٢٧ . لقد كان تحت أمرة بيرينغ سفينتين «سفياتي غافريل » و « فورتونا » وقد زار : بيرينغ على متن « سفياتي غافريل » عام ١٧٢٨ الخليج الذي يفصل القارتين عن بعضهما واكتشف عدة جزر . وقد أطلق على هذا الخليج فيما بعد اسم بيرينغ . وفي عام ١٧٣٢ وعلى متن نفس السفينة سفيانتي غافرييل » قام ي.فيدروف ، م غفوزديوف والبحار موشكوف لأول مرة في تاريخ الملاحة بالوصول إلى الشاطىء الشمالي الغربي للعالم الجديد .

الحملة الثانية التي نظمها بيرينغ كانت عام ١٧٣٢ في زمن الامبراطورة أنّا ايفانوفنا . وقد كان من أهداف الحملة عدا الابحار إلى أمريكا الشمالية واليابان ، استيضاح الشاطىء الشمالي من الاطلسي حتى خليج بهرنج وتحميله على الخريطة . لقد قسم الشاطىء البحري إلى أربعة أجزاء : من الأطلسي حتى مصب نهر أوب ، من مصب أوب حتى مصب ينيساي ، من ينيساي حتى مصب نهر لينا ، من مصب لينا في الشرق وحتى كوليم . وقد استغرق العمل في شرح الشاطىء من ١٧٣٤ حتى ١٧٤٢ حيث تجاوز كوليم إلى تايمير .

لقد قام الأخوة لابتيوف ، برونتشيشيوف ، تشيلوسكين وغيرهم من البحارين بتحميل خط شاطىء المحيط المتجمد الشمالي على الخريطة وما زالت الخريطة حتى الآن تحتفظ باسماء البحارين الأوائل الشجعان :

بحر لابتيوفي ، بحر بيرينغوف ، رأس ستيرليغوفا ، رأس تشيلوسكين وهو نهاية الطرف الشمالي من القارة الآسيوية ، خليج وخور برنتشيشيوفا ، خورماريا برونتشيشيوفا . وقد كانت ماريا برنتشيشيوفا المرأة الأوروبية الوحيدة التي شاركت في هذه الرحلة وقد استشهدت هي وزوجها في آب ١٧٣٦ . وقد اكتشف رأس تشيلوسكين في التاسع من أيار ١٧٤٢ وبعد أكثر من مئة سنة في ١٩ آب ١٨٧٨ ابحرت إلى هنا حملتان سويديتان وقد اعتقد نوردينشيلوا خطأ إنه اكتشف آخر رأس بحري في شمالي آسيا .

عند الحديث عن دراسة المحيط المتجمد الشمالي لايمكن أن ننسى العالم النرويجي الذي اشترك في رحلة إلى القطب ف.نانسين ففي هذا الزمن كانت توجد عدة آراء حول بنية المحيط في القطب الشمالي وقد افترض الكثيرون وجود قارة أو على الأقل جزر ضخمة في هذا المحيط ، لم يشارك نانسين هؤلاء وجهة نظرهم هذه . فبعد دراسة ميزات الانسياق الجانبي للجليديات في القطب الشمالي توصل نانسين إلى استنتاج مفاده أن الأرض تغيب في قطب الأرض الشمالي ويوجد حاجز تحت الماء . بين المحيط المتجمد الشمالي وبحر غرونلندا . وقد تم فيما بعد إثبات صحة هاتين الفرضيتين وسميت السلسلى الجبلية تحت المائية الممتدة من سبيتزبرغ إلى غرونلندا باسم هذا العالم .

وبهدف التحقق من صحــة استنتاجاتــه قام نانسين في عام ١٨٩٣ بتصميم سفينة خاصة « فرام » من أجل الانسياق في جليديات القطب الشمالي . فلقد كانت حركة الجليديات تحطم السفن العادية التي تقع في أسرها أما السفينة « فرام » التي بناها نانسين فقد كانت تمتاز بشكل جسمها النصف دائري . يجب أن يؤدي الضغط الجليدي الذي يمكن أن تتعرض له هذه السفينة إلى رفعها نحو السطح . في عام ١٨٩٣ أبحرت السفينة « فرام » في الجليد في منطقة جزيرة نوفوسيبيرسك(*) . وفي عام ١٨٩٦ وصلت « فرام » بنجاح إلى المحيط الأطلسي . وخلال فترة سير السفينة في الجليديات تم الحصول على معلومات لاتقدر بثمن حول بنية المحيط وحركة الجليديات . فقد برهن إنه لاتوجد قارة أو جزر ضخمة في منطقة القطب

(*) أي سيبيريا الجديدة ـ المترجم ـ

الشمالي إلى الشمال من جزيرة سبيتزبارغ . وقد وصل نانسين في رحلته إلى خط العرض ٤ ١َ ٨٦ْ . ولكن القطب الشمالي لم يخضع لـــه . وأول من وصل إلى هذا القطب هو ر.بيري وذلك في نيسان عام ١٩٠٩ . إن القطب الشمالي للأرض مثير للاهتمام إلى حد كبير . فهنا تلتقي كل خطوط الطول في نقطة واحدة . ولهذا لايوجد هنا خطوط طول خغرافية ، لايوجد اتجاهات غربية أو شرقية أو شمالية فمن كل الاتجاهات لايوجد إلا اتجاه واحد وهو الجنوبي . إن نقطة القطب الشمالي لا تشارك في حركة الأرض اليومية حول محورها ولهذا لايوجد هنا تبدل يومي لليل والنهار . فالنهار القطبي يستمر من الربيع وحتى الخريف وهو يساوي ١٨٦ يوماً وعشر ساعات أما الليل القطبي فيعادل ١٧٨ يوماً و ١٤ ساعة .

اعتباراً من عام ١٩٠٢ قام العالم الروسي الهيدروغرافي الشهير غ.يا.سيدوف بإجراء بحوث موسعة في الشمال . وفي عام ١٩١٢ قام بتنظيم بعثة علمية إلى القطب الشمالي على متن الباخرة «سف.فوكا » وقد هلك سيدوف وهو يحاول الوصول إلى القطب الشمالي من خلال الجليد .

كان مدى فعالية الطائرات في بداية هذا القرن محدود جداً ، ومن أجل دراسة المحيط المتجمد الشمالي كانوا يحاولون استخدام المناطيد . وأول طيران قام به الباحث النرويجي اموندسين . ر في عام ١٩٢٦ بواسطة المنطاد « نرويجيا » . أما الطيران الثاني بواسطة المنطاد فقام به و . نوبيل عام ١٩٢٨م . وقد تحطم المنطاد وقتل الجزء الأعظم من البعثة وقتل أيضاً خلال قيامه بأعمال الإنقاذ باحث القطب الشمالي الشهير وأول فاتح للقطب الجنوبي (١٤ كانون الثاني ١٩١١م) ر.أموندسين وشاركت كاسحة الجليد السوفيتية « كراسين » في أعمال الانقـــاذ حيث حملت معها من على الجليد بقيــــة أعضاء البعثـة الذين بقـــوا على قيد الحياة .

لقد بدأت مرحلة جديدة تماماً في دراسة القطب الشمالي وذلك اعتباراً من تلك اللحظة التي تم فيها انشاء محطات عائمة على الجليد مباشرة . وأول محطة من هذا النوع تم بناؤها عام ١٩٣٧ بإشراف العالم القطبي الشهير ي.د يابانين (من ٢١ أيار ١٩٣٧ ولغاية ١٩ شباط ١٩٣٨) أما المحطة الثانية س.ب ـ ٢ فقد ظهرت في الوجود في نيسان ١٩٥٠ وبقيت مرة عام كامل . وكان م.م.سوموف هو المشرف على العمل . واعتباراً من ربيع ١٩٥٤ تعمل المحطتان س.ب في المحيط المتجمد الشمالي بشكل دائم ولم يكن ممكناً التنبؤ بالارصاد الجوية على جزء واسع من الكرة الأرضية دون المراقبة من هاتين المحطتين .

وفي عام ١٩٦١ تم انشاء محطة س.ب. ١٠ في منطقة جزيرة فرانجل بمساعدة كاسحة الجليد الذرية « لينين » ومنذ ذلك الزمن تشارك كاسحات الجليد القطبية وبانتظام في بناء وأبطال المحطات س.ب. إن كاسحة الجليد الذرية « القطب الشمالي » هي الأولى من أنواع كاسحات جليد هذا الصنف التي تصل إلى القطب الشمالي وذلك في عام ١٩٧٧ . ويوجد في الولايات المتحدة الأمريكية أيضاً برنامج واسع للأبحاث في المحيط عن طريق تنظيم المحطات العائمة .

بعد السيطرة على الطريق البحري الشمالي قامت كاسحة الجليد « سيبير ياكوف » تحت قيادة الكابتن ف.ي.فورونين عام ١٩٣٢ بالملاحة لأول مرة ولمرة واحدة في هذا الطريق .

أما الآن فتسير قوافل السفن التي تقودها كاسحات الجليد برحلات منتظمة في الطريق البحري الشمالي الذي يصل الجزء الأوروبي من الاتحاد السوفييتي. مع الشرق الأقصى . وبالمناسبة نذكر القارىء أن أول فكرة انشاء كاسحات الجليد قد ظهرت إلى الوجود بواسطة قائد الأسطول والعالم الروسي س.وماكاروف . فتحت قيادة هذا العالم تم انشاء أول كاسحة جليد (يرماك) ، حيث قام ماكاروف نفسه عام ١٨٩٨ ـ ١٩٠١ بإجراء بحوث علمية في منطقة القطب المتجمد الشمالي على متن هذه الكاسحة . كيف تبدو الخطوط العريضة أو الميزات العمومية جداً لبنية المحيط المتجمد الشمالي ؟ يشغل الرصيف القاري جزءاً هاماً من مساحة المحيط (حوالي ٥٠٪) ويمكن تمييز كل من المنحدر القاري والقاعدة القارية بشكل جلي . وتمتد السلسلة الجبلية المحيطية الوسطى غاكيل من غرونلندا حتى بحر لابتيف حيث سميت هذه السلسلة غاكيل نسبـــة إلى أول من اكتشفها وهو العالم الجغرافي السوفييتي غاكيل . ترتفع هذه السلسلة ١ ـ ٢ كم فوق مستوى المنخفضات المتاخمة وهي تعكس بشكل واضح بنية غور(*) انهدامي يصل عمق قعره في بعض الأمكنة أكثر من خمسة كيلومترات ويقطع السلسلة عدد كبير من الفوالق العرضية التي تمتد بشكل مواز تقريباً للسلسلة الوسطى سلسلة لومونوسوف من رصيف جزر نوفوسيبيرسك عبر القطب الشمالي حتى النهاية الشمالية لغرونلندا . تشكل هضبة الفا و سلسلة مندلييف سلسلة المرتفعات التالية حيث تتوضع تحتها قشرة من النوع القاري . بين القاعدة القارية الأوروبية الآسيوية وسلسلة غاكيل يقع منخفض نانسين الذي يصل عمقه الأعظمي إلى ٣٦٢٥م وبين سلسلتي غاكيل ولومونوسوف يقع منخفض اموندسين الذي يصل عمقه الأعظمي إلى ٤٣١٦م . أما عمق منخفض

(*) الغور : هو جزء هابط ذو امتداد كبير من الأرض و ١٠٠٠كم وأكثر تحيط به الفوالق ـ المترجم

ماكاروف الذي يقع بين سلسلة لوموسوف والفا ـ مندلييف فيصل إلى ٣٨٦٣م . ويعتبر المنخفض الكندي الذي يمتد بين الجزء الأمريكي الشمالي تحت البحري وسلاسل الفا ـ مندلييف أكبر منخفض من حيث المساحة ، والعمق الأعظمي في هذا المنخفض هو ٤١٠٨م . يوجد تحت كل هذه المنخفضات قشرة من النوع المحيطي ولكن ذات سماكة طبقات رسوبية كبيرة .

لايوجد حتى الآن وجهة نظر واحدة حول نشأة المحيط المتجمد الشمالي . لكن أكثر الباحثين يعتقدون أن هذا المحيط ذو منشأ ثانوي . لكن الآراء تختلف عند الإجابة عن السؤال التالي : كيف حصلت عملية التشكل ؟ تقول بعض التصورات إن القارة الأوروبية ـ الآسيوية وأمريكا وغرينلندا كانت عبارة عن قارة واحدة وتوجد عليها بحار قارية ، وفي زمن مافي بداية حقب الميزوزوي بدأت منطقة المنخفض الحالي للمحيط بالإنغماس بشكل سريع . يمكن أن يكون الانغماس قد بدأ منذ لحظة تشكل الغور في مكان السلسلة تحت المائية الحديثة . وفي الحركات التالية في الميزوزوي في مكان سلاسل لومونوسوف والغا ـ مندلييف حصل تجعد لبنيات جبلية . وحسب رأي مناصري فرضية التكتونيك الكروي الجديد فإن تشكل المحيط المتجمد الشمالي حصل على حساب التوسع ـ تمدد في قاع المحيط من منطقة سلاسل غاكيل المحيطية بدأت هذه العملية في الجوراسي واستمرت حتى نهاية الكاينوزوي . وقد بلغت سرعة التمدد حسب رأي ف.ي.هاين حوالي اسم في السنة ثم انخفضت حتى ٠,٣٣ ـ ٠,٣٦سم ولكنها عادت للارتفاع من جديد إلى ٠,٥٧ ـ ٠,٦٣ سم في السنة . تجري على الرصيف الفسيح للمحيط المتجمد الشمالي عمليات ناجحة في البحث عن مكامن النفط والغاز . وقد حصل نجاح كبير بشكل خاص في الجزء الكندي من الرصيف . واكتشف الكاستيريت في بحر لابتيف وفلزات حديدية مغنيزية في بحر كارا وبحر بارنتس .

إن امتداد سلسلة غاكيل المحيطية الوسطى مع بعض الازاحات الذي يلاحظ في بحر غرونلندا الذي تفصله عن المحيط المتجمد الشمالي عتبة نانسين يدخل في نظام المحيط الأطلسي .

المحيط الأطلسي ـ تبلغ مساحته ٩٣,٣٦ مليون كيلو متر مربع وهي أكبر بكثير من مساحة المحيط المتجمد الشمالي .وسطي عمق المياه حوالي ٣٣٣٢م أما العمق الأعظمي فهو في منخفض بورتو ـ ريكو ـ ٩٢١٨م وفي منخفض ساندفيتشوف الجنوبي ٨٢٥٢م .

إن الطرف الشرقي للمحيط الأطلسي الذي يحد أوروبا وشمال أفريقيا معروف منذ غابر الأزمان منذ الحضارات القديمة للبحر الأبيض المتوسط وقد وصلت إلينا معلومات تدل على الملاحة إلى الأعمدة الهرقوليسية (هكذا كان الفنيقيون والقرطاجيون في القديم يسمون جبل طارق) . وعند هيرودوت (القرن الخامس قبل الميلاد) معلومات تدل على ملاحة الفينيقيين حول أفريقيا مع أنه كان ينظر إلى هذه المعلومات بشك كبير . فلقد كان الفينيقيون يقطعون في رحلاتهم حول أفريقيا من البحر الأحمر إلى البحر الأبيض خط الاستواء . وفي منتصف النهار يراقبون الشمس في الشمال . أما هيرودوت فيعتقد أنه من غير المحتمل وجود هذه الظاهرة بالنسبة لسكان نصف الكرة الشمالي وحسب رأيه أن الشمس في منتصف النهار يجب أن تكون دائماً في الجنوب ، ولهذا كان يشك بوجود رحلات الفينيقيين نفسها . مع أن دليل الفينيقيين هذا الذي يتعارض مع التصورات التي كانت موجودة في ذلك الزمن يعتقد أحد أهم البراهين على حقيقة اخبارهم .

لقد قام النورمانيون من القرن التاسع إلى الحادي عشر برحلات كثيرة في شمال المحيط الأطلسي وقد سكن النورمانيون ايسلندا منذ القرن التاسع حيث كانوا يدعون هذه الجزيرة بالبلد الجليدي (أكثر من ١١٪ من مساحتها مغطاة بالجليد بشكل دائم) ويعرف في الجزيرة حوالي ٣٠ بركان نشط والكثير من الفوارات والينابيع الحارة . في عام ٨٧٥ اكتشف الايسلندي غونتبيور جزيرة غرينلاندا (البلد الأخضر) كما لو أن هذه التسمية أي البلد الأخضر كانت من قبيل السخرية ـ حيث كان ثلاثة أرباع هذه الجزيرة مغطاة بشكل دائم بالجليد . ولعل حسب رأي غونبيور أنه قد حدث للتوندرا الخضراء حدث مأساوي في زمن سيلان الجليديات . تصل سماكة الجليد في غرينلاندا إلى ٣٤٠٠م . ينزلق قسم من هذه الجليديات في المحيط مشكلاً أعداداً كبيرة من الجبال الجليدية العائمة .

وتدل الاكتشافات الأثرية أن النورمانيين وصلوا في القرون من التاسع وحتى الحادي عشر ليس فقط إلى ايسلندا وغرينلندا وإنما أيضاً إلى الشواطىء الشمالية الشرقية لأمريكا ، وقد زاروا جزيرة نيوفونلاندا . أي أنهم اكتشفوا أمريكا قبل خريستوف كولومبوس بزمن طويل .

زمن الاكتشافات الجغرافية العظيمة :

سيطرت تركيا في القرن الخامس عشر على الطرق التجارية التقليدية لأوروبا مع الشرق ـ الهند والصين وفي هذا الزمن كان تصور كروية الأرض يتأكد في عقول الناس أكثر وأكثر . جاء زمن الاكتشافات الجغرافية العظيمة (القرن الخامس عشر حتى الثامن عشر) . لقد كانت

اسبانيا والبرتغال أقوى الدول البحرية في ذلك الزمن وكانت هاتان الدولتان العظيمتان في سباق وتنافس من أجل السيطرة على العالم وتقسيمه فيما بينهما . في عام ١٤٨٥ اقترح خريستوف كولومبوس الذي يعود أصله إلى مدينة جينوى على البرتغال مشروع شجاع : وهو أن الوصول إلى الهند يمكن أن يتم عن طريق التحرك من الغرب عبر المحيط الأطلسي . في هذا الزمن لم يكن أحد من الأوروبيين يعتقد بوجود المحيط الهادي . أما المشروع فقد رفض .

اعتقد البرتغاليون أن الطريق البحري الوحيد إلى الهند هو حول أفريقيا . فإذا كانت الأرض كروية كما يقولون فسيمتد المحيط إلى جنوب القارة الأفريقية وعندئذ يمكن النفاذ إلى الهند بالدوران حول القارة . وبهذا الهدف جهزت حملة ب.دياش عام ١٤٩٧ ـ ١٤٩٨ اكتشف أعضاء الرحلة رأس الرجاء الصالح ـ رجاء اكتشاف طريق إلى الهند لكنهم لم يستطيعوا متابعة الطريق ورجعوا من حيث اتوا .

في هذا الوقت عرض خريستوف كولومبوس خدماته على البلاط الملكي الاسباني الذي رحب بالمشروع وجهز ثلاث سفن : « سانتاماريا » ، « فينيا » و « بينتا » ، ومنذ عام ١٤٩٢ حتى ١٥٠٤ أنجز كولومبوس أربع رحلات اكتشف خلالها جزيرة باهاما ، كوبا ، هاييتي وجزر انتيل الصغرى . ولم يزر جزيرة ترينيداد وشاطىء أمريكا الجنوبية حتى رحلته الثالثة عام ١٤٩٨ وفي ملاحته الرابعة وصل إلى أمريكا الوسطى مع أن المعلومات الرسمية عن اكتشاف أمريكا يعتبرونها عام ١٤٩٢ . لم يجد كولومبوس الطريق إلى الهند ولم يحصل على الذهب ففقد حظوته في البلاط الملكي ، ولكن منذ هذا الزمن بالتحديد بدأ الاستعمار الاسباني لوسط وجنوب أمريكا . هذا الاستعمار القاسي والمخيف الذي مازالوا حتى الآن يذكرونه وهم يرتعشون واعتماداً على نتائج حملة كولومبوس أبدى اميريغو فيسبوتشي رأياً وهو أن كولومبوس لم يكتشف أي شاطىء هندي غير معروف وإنما اكتشف قارة جديدة ـ عالم جديد . ولأول مرة حمل عالم الخرائط فالدزميولير هذه القارة على الخريطة وسماها أمريكا (على شرف اميريغو فيسبوتشي) .

في عام ١٤٩٧ وعلى أثر حملة ب.دياش تم تنظيم بعثة بقيادة فاسكوداغاما وقد استطاعت هذه البعثة أن تصل إلى الهند بنجاح حيث وصلت إلى جنوب مدينة كانيكان بعدة كيلومترات . وبعد هذا الحدث وعلى نفس الطريق قام فاسكوداغاما برحلتين ملاحيتين إلى الهند وذلك في عام ١٥٠٤ و ١٥٢٤ .

حاولت انكلترا ايجاد طرق إلى الصين في الجزء الشمالي من المحيط الأطلسي ومن أجل

هذا الهدف جهز ج.كابوتا وابنه س.كابوتا (ذو الأصل الإيطالي والذي كان يخم في انكلترا حملة من عام ١٥٠٢ - ١٥٣٠م حيث قاما بعدة رحلات إلى الشواطىء الشمالية ثم الجنوبية من أمريكا .

في الأعوام ١٥١٩ - ١٥٢١م قام الاسبانيون بتنظيم أول رحلة بحول العالم .

وقد تم تعيين ف.ماجيلان ذي الأصل البرتغالي على رأس هذه الرحلة ووضعت خمسة سفن تحت أمرته وكان هدف الرحلة هو ايجاد طرق غربية إلى جزيرة مولوكسك . قطع ن.ماجيلان المحيط الأطلسي متحركاً على طول الشواطىء الجنوبية لأمريكا ، اكتشف الخليج الذي يصل المحيط الأطلسي بالمحيط الهادي وأطلق عليه اسمه . ووصل ف.ماجيلان إلى الجزر الفلبينية حيث قتل هناك على أيدي سكانها ولم يرجع من السفن الخمسة إلى اسبانيا إلا سفينة واحدة بعد أن دارت حول أفريقيا من الشرق إلى الغرب . لقد اثبتت هذه الرحلة كروية الأرض ووجود المحيط العالمي .

وفي القرون ١٦ - ١٨ نشطت عمليات استعمار وسرقة خيرات أمريكا الوسطى والجنوبية ثم الشمالية . كانت مئات السفن تعب مياه المحيط الأطلسي على مدار السنة .

مثلث بيرمودا :

وكان لبعض المناطق في المحيط الأطلسي عند البحّارين سمعة سيئة . هكذا كان يتصور الغروزنيون خليج بيسكايسك ، الأخطار - في الجبال الجليدية الشمالية والجنوبية العائمة . ولكن أكثر المناطق ذات سمعة سيئة هي جزر بيرمودا التي يسمونها مثلث بيرمودا ، حيث أن عدداً كبيراً من الجزر المرجانية تم اكتشافها بواسطة خ.بيرموديس عام ١٥٢٢ بين هذه الجزر وفلوريدا وبورتو - ريكو يتوضع مثلث بيرمودا . تصادف هنا تيارات ذات اتجاهات مختلفة ، من الشمال يهب تيار بارد يسير على طول « شواطىء نيوفونلند من الجنوب - يأتي فرعان لتيار غولف ستريم الدافىء حيث يحاول هذان الفرعان بعد تشعبهما اللقاء من جديد .

تصبح السفن الشراعية التي تقع في منطقة دوران التيار أحياناً كثيرة عاجزة ويكون مصيرها الهلاك وقد انتشرت الأساطير والخرافات حول هذه المنطقة .

تتحطم كل عام في المحيط عشرات السفن فينظر الناس إلى هذه الحوادث كأشياء طبيعية بالنسبة للمحيط أما إذا تحطمت إحدى السفن في مثلث بيرمودا فهذه « فعل قول خفية غير

مرئية » ، وحسب الأساطير إن السفن تتحطم مع طاقمها دون أن تترك أثراً ، وأحياناً أخرى يختفي الطاقم وتبقى السفينة صالحة تماماً . إن الحوادث الغامضة قادت إلى ظهور الكثير من الفرضيات التي تشرح هذه الحوادث التراجيدية ، حتى سرقة أهل الأرض من قبل سكان كواكب أخرى . قام الأمريكي ل.د.كوشي (الطيار السابق) بإجراء بحوث مفصلة لكل من الأساطير المذكورة في التاريخ عن القوى الخفية والدهاء في مثلث بيرمودا ، ابتداء من زمن خريستوف كولومبوس حتى عام ١٩٧٢م ضمناً . ولنذكر عدة أمثلة مقتبسة من عمل ل.د. كوشي :

في آب ١٨٤٠م ليس بعيداً عن قرية ناسو تم انقاذ طاقم سفينة « روسينا » وفيما بعد تم نقل السفينة إلى ناسو .

في واحـدة من الأساطير ، حادثة (خفية) حصلت للشختورة(*) « فريا » في مثلث بيرمودا . انطلقت الشختورة من مانسانيلو « غرب الهند » متجهة نحو تشيلي . لم يعرف شيئاً عن هذه الشختورة حتى وجدت ملقاة على الشاطىء دون طاقم في هذه الأيام لم يعصف في منطقـة الحادث إلا رياح خفيفة أما حابكي الأساطير فقد أخذوا يشرحون كيف أن الشختورة « فريا » انطلقت من ميناء مانسانيلو الواقعة على شواطىء المحيط الهادي المكسيكية وحصل تحطم السفينة في الرابع من كانون الأول ١٩٠٢ في المحيط الهادي بالقرب من ماساتلان أي أن حابكي الأساطير خلطوا بين مدينتين تقعان على شاطئين تابعين لمحيطين مختلفين وتحملان نفس الاسم .

إن أكثر البراهين المقنعة التي تدل على مكر مثلث بيرمودا هو تحطم سرب الطائرات الحربية الأمريكية . وطبقاً للاسطورة : « في الخامس من كانون الأول عام ١٩٤٥م في الساعة ١٤و١٠ دقائق انطلقت خمس طائرات قاذفات طرابيد من النوع « إيفينجر » في الجو .. كانت جميع الطائرات مزودة بأجهزة لاسلكية ممتازة ... وطيارين يمتازون بخبرة كبيرة في أعمال الطيران . أما الجو فكان في حالة لايوجد أفضل منها ... » فقد سرب الطائرات الاتصال اللاسلكي واختفى « وبسرعة انطلقت سفينة طائرة ضخمة ذات طاقم مؤلف من ثلاثة عشر شخصاً إلى المكان الذي يفترض أن يكون قد وقع فيه الحادث ... واقلعت خلفها طائرات انقاذ أخرى . وكانت الطائرات تصعد إلى الجو الواحدة تلو الأخرى وانطلقت السفن في البحر واعلنت حالة الاستنفار العام ... ولكن لم يتمكنوا من اكتشاف أي شيء عدا بحر صحراوي هادىء » .

(*) سفينة صغيرة ذات سار واحد .

خلال التحقيق تبين أن سرب الطائرات كان يقوم بطيران تدريبي وكل أعضاء الطاقم وكل الطيارين عدا واحد منهم كانوا من الطلاب . كانت البوصلات معطلة في طائرة القيادة فانحرف السرب عن الطريق وتاه كان الاتصال مع السرب عسيراً حيث تم من أجل الاتصال اختيار قناة تستخدم في كوبا في محطة ارسال للتسلية وفي القاعدة خرج الارسال المساند عن مجال الرادار . كان الوقود قد نفذ كله في سرب الطائرات فتوجب الهبوط مع حلول الظلام وفي نفس الوقت ساءت الأحوال الجوية بشكل حاد وكان من المؤكد أن الهبوط على سطح مياه المحيط الهائجة سينتهي بشكل تراجيدي . انطلق الكثير من الطائرات والسفن للبحث عن السرب الضائع وطاقمه أحد هذه الطائرات انفجرت في الجو لأسباب لم تعرف .

لقد وقع في مثلث بيرمودا ويقع الكثير من الحوادث التراجيدية ولكن من هذه الناحية لا تختلف هذه المنطقة عن الأجزاء الأخرى من المحيط الأطلسي ونتيجة للأبحاث التي قام بها ل.د.كوشي توصل إلى الاستنتـاج : « إن الأساطير من مثلث بيرمودا هي شعوذة ملفقة مصطنعة . وقد حصلت نتيجة عدم الاكتراث في إجراء التحقيقات ثم أعاد المؤلفون صياغتها بشكل جذاب وقد استخدموا بوعي منهم أو من دون وعي نظريات غير مثبتة وبراهين خاطئة وكل الاتهامات المثيرة الممكنة . تكررت هذه الأساطير مرات لاتعد حتى إنه في النهاية أصبح الناس يتقبلونها كأي شيء مسلم بصحته » .

إضافة إلى المستعمرات والأعمال التجارية تطورت في المحيط الأطلسي أعمال القرصنة وكان الكثير من القراصنة يعملون في خدمة بعض الحكومات . واشتهر بشكل خاص القرصان الانكليزي ف.دريك الذي أدخل الرعب على الأساطيل الاسبانية وشواطئها وبالإضافة إلى هذا قام ف.دريك على أثر ماجيلان برحلة حول العالم ١٥٧٧ - ١٥٨٠ وشارك مع انكلترا في هزيمة « الاسطول الذي لايقهر » .

لم تبدأ دراسة المحيط لأهداف علمية حتى نهاية القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر عن طريق ج.كوك وي.ف.كروزينشتيرن . فقد قام كوك بثلاث رحلات ملاحية حول العالم ١٧٦٨ - ١٧٧١ ، ١٧٧٢ - ١٧٧٥ ، ١٧٧٦ - ١٧٧٩ . لقد كان أمامه ليس فقط الأهداف الاعتيادية لذلك الزمن وهي اكتشاف أراض غير معروفة والسيطرة عليها ولكن أيضاً وظيفة علمية وهي دراسة مياه المحيطات ، التيارات ، حرارات المياه وهكذا .

أما ي.ف.كروزينشتيرن ويو . ف. ليسيانسكي فقد قاما برحلة ملاحية حول العالم ١٨٠٣ - ١٨٠٦م على متن السفينتين « ناديجدا » و « نيفا » .

ومنذ نهاية القرن التاسع عشر بدأت عمليات الأبحاث الجغرافية المتكاملة للمحيطات وانطلقت بعثـــات علميـــة على متن السفن : « تشيلينجر » (١٨٧٢ - ١٨٧٦) ، فيتياز ، (١٨٨٦ - ١٨٨٩م) « ميتيـور » (١٩٢٥ - ١٩٢٧م) «أوب» ، «سيفـاستـوبـل » و « لومونوسوف » منذ عام ١٩٥٧ والكثير غيرها . أما عمليات الحفر في المياه العميقة فقد بدأت في عام ١٩٦٨ من السفينة تشيلينجر »

تشغل منطقة الرصيف القاري في المحيط الأطلسي ٩٪ من مساحته ويشغل المنحدر القاري ٨,٣٪ والقاعدة القارية ٦٪ وتقسم سلسلة الجبال المحيطية الأطلسية الوسطى المحيط إلى قسمين من المنخفضات المائية العميقة - غربي وشرقي . وسطي عمق المياه في السلسلة ٢,٥كم أما في المنخفضات فيصل إلى ٥ - ٦كم وتتوضع على طول محور السلسلة تقريباً حفر جانبية ويقطع هذا المحور عدة فوالق عرضية بينما تقطع الفوالق الضخمة كل قاع المحيط وتمتد إلى القارات المجاورة .

إن الجزء الشمالي من سلسلة المحيط الأطلسي الوسطى في جزيرة ايسلندا هو أكثر الأماكن سهولة بالنسبة للدراسة . ينظـــرون إلى ايسلندا كجزء من هذه السلسلة يرتفع فوق مستوى البحر ، ولهذا السبب أجريت في السنوات العشر الأخيرة في حدود هذه الجزيرة أبحاث علمية موسّعة ، بما في ذلك بعثة سوفييتية - ايسلندية باشراف ف.ف.بيلواوسوف .

تتكون ايسلندا بشكل رئيسي من صخور بازلتية حديثة . ويلاحظ في الجزيرة فعالية بركانية نشطة وأعداداً كبيرة من فوارات المياه الحارة والينابيع . تقطع ايسلندا منطقتين غوريتين - غربية وشرقية . تظهر الفعالية التكتونية والبركانية في أوقات متباينة تفصلها مئات السنين من الفترات الهادئة . أما بنية القشرة الأرضية تحت ايسلندا فتختلف إلى حد ما عن البنية النموذجية للسلسلة المحيطية الوسطى قبل كل شيء بالسماكات الكبيرة وببعض الميزات الخاصة لتوضعات بعض اللافا .

تتكون المنطقة المحورية من سلسلة جبال المحيط الأطلسي الوسطى من صخور حديثة تعود إلى عمر النيوجين والرباعي أما أجنحة السلسلة فتتكون من صخور أقدم عمراً تعود إلى عمر الباليوجين الأعلى والنيوجين ثم وبشكل متناظر على جانبي السلسلة تتوضع صخور تعود إلى عمر الباليوجين الأسفل والأعلى وإلى الكريتاسي الأسفل والأعلى . وأخيراً في القرب من الجزء الاستـــوائي من المحيط في أطرافه الغربية والشرقية توجد صخور تعود إلى عمر الجوراسي الأعلى .

يعتبر المحيط الأطلسي نموذجاً لتطور نظرية حركة القارات . فمنذ بداية هذا القرن لفت العالم الألماني أ.فيغينير الانتباه إلى تشابه الصفات العامة لشواطىء أوروبا الغربية وأفريقيا مع شواطىء الأمريكيتين . من هنا تولدت الفكرة عن تشكل المحيط الأطلسي نتيجة حركة الانشقاق والتباعد للقارة بانغيا التي كانت تتحد فيها في زمن ما أوروبا ـ أفريقيا ـ أمريكا . بالإضافة إلى هذا ننوه إلى أن التشابه الخارجي يمكن أن يكون مصادفة . على سبيل المثال ي.ن.ليوستيخ (١٩٦٥) أعطى أمثلة واسعة لشواطىء ممتدة بشكل كبير ومتمازجة بشكل جيد ولكنها موجودة في مناطق مختلفة من العالم : الشاطىء الغربي لاستراليا ، الشاطىء الغربي لأمريكا الجنوبية ، الشاطىء الغربي لأمريكا الشمالية وهكذا . ولا زال السؤال هل يعتبر المحيط الأطلسي بنية جيولوجية قديمة أم حدث نتيجة الانشقاق والانزياح سؤالاً يتطلب الإجابة .

يستخرج من قاع المحيط الأطلسي الكثير من الثروات الباطنية فحوالي ١١٪ من الفحم المستخرج في انكلترا يستخرج من مناجم تمتد تحت سطح البحر وكذلك فلزات الحديد والمنغنيز في الولايات المتحدة وكندا وفنلندا وفلزات الزركون في الولايات المتحدة والبرازيل ، والموناتسيت في البرازيل ، الألماز في أفريقيا والكبريت في خليج المكسيك والولايات المتحدة وقد تم أيضاً اكتشاف احتياطي كبير من النفط والغاز تحت قاع المحيط في الغرب وفي الشرق وكميات كبيرة من النفط والغاز بشكل خاص تم اكتشافها في بحر الشمال في خليج المكسيك وفي الشواطىء الأفريقية الغربية .

تتشعب السلسلة المحيطية الوسطى في الجنوب إلى فرعين : يلتف الفرع الغربي حول جنوب أمريكا ويمتد إلى المحيط الهادي ويمتد الفرع الشرقي إلى المحيط الهندي .

المحيط الهندي :

تبلغ مساحته ٧٤,٩ مليون كم٢ أي أقل من مساحة المحيط الأطلسي . العمق الوسطي حوالي ٤كم وتوجد دلائل تؤكد أن المصريين أبحروا في البحر الأحمر قبل ثلاثة آلاف سنة على الأقل وأن الفينيقيين أبحروا في الجزء الشمالي من المحيط الهندي منذ عدة مئات السنين قبل الميلاد ، ومن الممكن أنهم أبحروا على طول الطرف الغربي من المحيط حول أفريقيا وفي بداية هذا العصر أبحر اليونانيون إلى الهند عبر البحر العربي . إن غياب طريق بحري مباشر بين البحر الأبيض المتوسط والمحيط الهندي كان يعوق تطور الأعمال التجارية بين دول البحر الأبيض المتوسط وآسيا . كانت التجارة تتم بشكل أساسي في البحر على طرق القوافل ـ الصعبة والخطيرة .

في عام ١٢٧١ ـ ١٢٩٥ قام الايطالي ماركو بولو برحلة في أقطار آسيا وقد وصف في كتابه ليس فقط خيرات الصين وإنما أيضاً الكثير من أقطار آسيا الوسطى وقد أشعل هذا الوصف اهتمام الحكام الأوروبيين وطموحهم إلى خيرات آسيا .

قام التاجر الروسي أفاناس نيكيتين عام ١٤٧٢ برحلة إلى الهند ، كان الجزء الأساسي من رحلته على اليابسة ولكنه . وصل إلى الهند عن طريق إبحاره بالبحر العربي .

وصل فاسكو دا غاما إلى الهند عام ١٤٩٨ حيث أرسى إلى جنوب مدينة كاليكات بعدة كيلومترات وأقام هنا نصباً تذكارياً على شرف هذه المناسبة .

بدأ استعمار الهند وجزيرة سيلان في البداية البرتغاليون والهولانديون ثم الانكليز والفرنسيون .

بينما ألهب ماركو بولو حماس الأوروبيين إلى خيرات آسيا ، فتح فاسكو داغاما الطريق إليها . ومن سخرية القدر أن يعتبر هذان الأوروبيان رجلين مقدسين في الديانة البوذية . وتوجد لهما مقامات مقدسة في المعبد الذهبي في بانكوك في تايلاند .

لقد لعبت رحلات ج.كوك ، ف.دريك ، ف.ماجيلان في القرن التاسع عشر دوراً هاماً في معرفة المحيط الهندي . وقد أجرت كثير من بلدان العالم دراسات في المحيط الهندي بما فيها روسيا : سفينة « فوستوك » و « ميرني » ١٨٢٠ ، « بلاغونا ميرني » ١٨٢٠ ، « فيتياز » ١٨٨٦ ، انكلترا : سفينة « غازيل » ١٨٧٥ ، « غاوس » ١٩٠١ ـ ١٩٠٣ .

انضم في القرن العشرين إلى الدراسات المنظمة في المحيط الهندي كل من الولايات المتحدة الأمريكية والهند وأقطار أخرى . وتجرى البحوث عن طريق اتفاقيات بين الدول . ولعب الحفر تحت المائي العميق الذي بدأ من سفينة « شيلينجر » دوراً هاماً جداً في معرفة المحيط . ولعبت دوراً مميزاً بشكل خاص البعثة الدولية للمحيط الهندي (١٩٥٩ ـ ١٩٦٥) وقد شارك في هذه البعثة سفن من الاتحاد السوفييتي ، الولايات المتحدة الأمريكية ، بريطانيا العظمى ، ألمانيا الغربية ، فرنسا وغيرها .

في إحدى المرات « خرجت وأنا أبحر في المحيط الهندي من الحجرة لأستنشق الهواء النقي في ليلة مائلة للبرودة ، فرأيت خيالي على سطح السفينة ، ومن دون شعور بحثت من القمر لكنه لم يكن موجوداً . أعلم أن أفلاطون (في القرن الخامس قبل الميلاد) كتب عن الزهرة أنه الكوكب الوحيد عدا الشمس والقمر الذي يمكن لنوره أن يشكل خيالاً . ولكنني لأول مرة

أرى هذه الظاهرة . لقد كان الليل جميلاً بشكل يصعب وصفه .

إن اشعاعات النجوم تكون أشد لمعاناً وبريقاً في الليالي الحالكة ، ولكن لمعان كوكب الزهرة الجميل كان أشد من الجميع ، مضفياً على السفينة وسطح المحيط ضوءاً مائلاً إلى الزرقة يشبه نوره نور القمر ولكنه أشد زرقة يميل إلى اللون الفضي وكنت أحسه أكثر مرحاً . نعم أنه ليس من قبيل الصدفة أن يعتبر الرومانيون القدماء هذا الكوكب إله الحب والجمال . تكاثفت الظلال في الأمام على هيئة كتلة عديمة الشكل وكأنها تريد التخلص من الظلام الحالك إلى رحاب المحيط المضاد الذي تنيره أشعة الزهرة .

« لقد ثارت من الكلمات (ايوس(*) الشابة ذات الخواتم الأرجوانية ..) أي شيء جميل رآه هذا الشاعر اليوناني القديم هيوفر (القرن التاسع قبل الميلاد) . الخواتم الأرجوانية لإلهة الفجر الشابة ايوس التي امتدت في السماء ملامسة بأصابعها الناعمة الغيوم مضفية عليها لبعض الوقت لوناً وردياً فاتحاً ثم كما لو أن السحب تتفرق مرتبكة كاشفة عن سماء زرقاء لاحدود لها .

صعدت الشمس ، ذبلت وتفرقت الليلة الفاتنة ، ظهر جمال جديد ذو لون خاص لشمس مشعة وتحولت الظلال الكثيفة إلى وحدة كالبين المرجانية التي هي هدف رحلتنا . حاول أن تتصور عزيزي القارىء لعبة ألوان ناصعة : سماء زرقاء سماوية ، محيط أزرق غامق وعليه جزيرة نخيل كقبعة زمردية خضراء يطوقها حزام أبيض ناصع من رمال الشاطىء الأرجوانية .

إن كالبيني هي إحدى الجزر الصغيرة جداً في رحاب المحيط الهندي الفسيح وهي تنسب إلى مجموعة (حوالي ٢٠ جزيرة) جزر لاكاديفسك . وقد كان تش.داروين في عام ١٨٤٢ قد كتب أول وصف علمي لهذه الجزر وذلك خلال رحلته حول العالم على متن السفينة «بيغل» .

لقد كان الغرض من زيارتنا إلى هذه الجزيرة مع الجيولوجي الهندي أ.دانتا هو التأكد من البنية الجيولوجية وشرح امكانية آفاق النفط والغاز في هذه المنطقة من المحيط الهندي . لم نصادف في هذه الجزيرة المرجانية أي نوع من الصخور عدا الصخور المرجانية الكلسية ، ولكن أي نوع بديع من المرجانيات يمكن الحصول عليه من هذه الجزيرة .

تنسب معظم الجزر المرجانية في المحيط الهندي إلى منطقة تطور القشرة المحيطية النموذجية . وجزر لاكاديفسك حسب رأينا تقع في نهاية طرف الرصيف القاري لشبه الجزيرة الهندية . وبهذا

(*) ايوس ـــ الفجر في الميتولوجيا الإغريقية ـ المترجم ـ

الشكل فإن بحر لاكاديفسك الذي يمتد بين جزر تحمل نفس الاسم والقارة بغض النظر عن العمق الذي يصل إلى ٢٠٠٠م وأكثر يقع كذلك على الرصيف . المنحدر القاري والقاعدة القارية مع قشرتهما الأرضية الانتقالية يبدأ فمباشرة إلى الغرب من الجزر . وينسب زمن الانغماس الشديد لقاع البحر اللاكاديفسكي إلى نهاية الميزوزوي . لقد حسنت هذه الافتراضات التي طرحت إلى حد كبير من التصورات عن آفاق النفط والغاز في هذه المنطقة من المحيط .

لقد بينت الدراسات الجيوفيزيائية المشتركة الالمانية الغربية والهندية أن تبدل القشرة الأرضية القارية يبدأ مباشرة إلى الغرب من جزر لاكاديفسك . ومن المفترض أن تكون المنطقة الواقعة إلى الشمال من بحر لاكاديفسك في منطقة وجود بعض الأماكن الضحلة الكبيرة أكثر الأماكن ملائمة للبحث عن النفط والغاز . وقد اكتشفت السفينة الجيوفيزيائية السوفييتية «الاكاديمي ارخانغيلسكي » فيما بعد وجود نهوض تكتوني كبير في هذه المنطقة أطلق عليه تسمية بومباي . وبعد فترة قصيرة أصبحت هذه المنطقة البحرية منطقة استخراج نفط ضخمة في الهند .

هناك مجموعة جزر أخرى ملفتة للنظر إلى حد كبير ـ جزر اندامان التي تقع في النهاية الشرقية من المحيط الهندي . في عام ١٩٦٨ قمت بصحبة الجيولوجي الهندي ف.ف.شاستري بزيارة هذه الجزر بهدف التأكد من آفاق النفط والغاز فيها وفي المياه المجاورة . وكما في جزر لاكاديفسك فإن هذه الجزر تمتد موازية تقريباً لخطوط الزوال ولكنها لاتشبه جزر لاكاديفسك حيث لايوجد هنا حلقات مرجانية . تتألف الجزر من صخور تعود إلى عمر الباليوجين والنيوجين . وترتبط مجموعة جزر اندامان على الأقل بمنطقتين من الثنيات الانتيكلينالية . ولا يثير الجدل الاتفاق في البنية الجيولوجية بين جزر اندامان ، بورما واندونيسيا. ومن المعروف أنه توجد مكامن نفط في بورما وفي اندونيسيا . وقد اكتشف في جزر اندامان نفسها ظواهر نفط وغاز وحتى أنه وجد طين بركاني في جزيرة باراتانغ وبهذا الشكل يعتبر اكتشاف وجود مكامن نفط وغاز في هذه الجزر شيئاً مأمولاً .

من الطريف أنه يمكن ملاحظة التباين الموجود على جزر اندامان . فعلى الشاطىء الشرقي لإحدى هذه الجزر تقع مدينة بورت بلير ذات الميناء الجميل والمريح . وينوون هنا بناء مرفأ حديث مجهز بمعدات وتقنيات عالية . وفي الشاطىء الغربي لهذه الجزيرة التي يبلغ عرضها ٣٠ ـ ٣٥كم تعيش قبيلة من السكان الأصليين الزنوج والأقزام . تقع القبيلة في أقصى درجات التخلف . تقريباً لاتوجد ألبسة ، أما السهام التي يستخدمونها للصيد فتملك ريشاً . وتقوم حكومة الهند بخطوات حساسة لمساعدة هذه القبيلة وإطلاعها على الحضارات الحديثة ولكن

القبيلة ما زالت تحاول تجنب أي اختلاط .

تتميز البنية الجيولوجية للمحيط الهندي بثلاثة سلاسل جبلية وسطى . تنعطف السلسلة الجبلية الوسطى العربية الهندية المنطلقة من الجزء المركزي باتجاه شمال غرب في خليج عدن وتمتد إلى البحر الأحمر . يقطع السلسلة عدد كبير من الفوالق المتحولة وأكثر ما يلفت الأنتباه هو فالق أوين الذي ينزاح فيه محور السلسلة الوسطى بمقدار ٣٠٠كم تقريباً وهو أحد أكبر الفوالق في عالم المحيطات ويصل طوله إلى ٢٧٠٠كم يصل هذا الفالق في جزئه الشمالي الشرقي إلى الباكستان . ويتكشف على ما يبدو في منظومة جبال كيرتسار على شكل عدة فوالق صغيرة . وحسب فالق أدين يرتفع الجزء الشمالي الغربي من السلسلة المتوسطة ٢ ـ ٣ كم . ويظهر حسب الفالق على قاع المحيط صخور يمكن أن تنسب حسب تركيبها إلى القشرة المحيطية .

تمتد السلسلة الهندية الوسطى الغربية من الجزء المركزي للمحيط باتجاه جنوب غرب ويقطع هذه السلسلة عدد من الفوالق العرضية وتتصل هذه السلسلة من الناحية الغربية مع السلسلة الجبلية الأطلسية الوسطى . يتغير عرض السلسلة الهندية الغربية من ٣٢٠كم في الشرق إلى ٦٥٠كم في الغرب ويرتفع فوق الحفر المجاورة ٣ ـ ٤كم ويصل عمق الوادي الانهدامي إلى ٥,٥كم .

ويوجد أيضاً سلسلة فرعية محيطية وسطى تسير في اتجاه جنوب شرق (السلسلة الهندية الجنوبية الشرقية) وهي تمتد حوالي ٤٨٠٠كم وعرضها ٦٥٠ ـ ٨٠٠كم تقريباً . ارتفاع السلسلة غير كبير وهو يساوي ٢,٥كم تقريباً والعمق في الوحدة الانهدامية ٤,٢كم . تتصل هذه السلسلة في الشرق مع سلسلة المحيط الهادي الجبلية الوسطى .

إن بنية قاع المحيط خارج السلاسل الوسطى معقدة إلى حد كاف ـ حيث تظهر حفر ـ ميازيب ـ مرتفعات وسلاسل . وقد تم التأكد من وجود قشرة من النوع القاري تحت بعض المرتفعات وفي الأجزاء الغربية والشرقية من المحيط وقد سميت هذه المرتفعات الميكروقارية(*) . وحسب تصورات بعض العلماء تعتبر هذه المرتفعات عبارة عن حطاميات لقارة غوندوانا(**)

(*) أي القارية الصغيرة ـ المترجم ـ وأنا

(**) غوندفانا ـ غوندي تعني قبيلة ، فانا منطقة في الهند وهي قارة ضخمة وجدت في نصف الكرة الجنوبي حسب رأي بعض الجيولوجيين منذ بداية الباليوزوي وحسب رأي آخرين في النصف الثاني من الباليوزوي كانت هذه القارة تضم جنوب امريكا وافريقيا ، والسطيحة العربية والهند واستراليا وفي زمن الترياسي والجوراسي انغمس جزء كبير من هذه القارة العملاقة تحت مستوى مياه المحيط الهندي مما أدى إلى تجزء وحدتها ـ المترجم ـ

التي وجدت في زمن من الأزمان . ويستحق أن نذكر من السلاسل تحت المائية سلسلة مالديف والسلسلة الهندية الشرقية . إن الأعماق في سلسلة مالديف غير كبيرة ، وينتشر على قممها العديد من الجزر المرجانية الحلقية . تمتد السلسلة الهندية الشرقية تقريباً حسب خط الطول ٩٠ْ ولمسافة ٢٦٤٠كم وكما في المحيط الأطلسي عمر صخور قاع المحيط يتغير من النيوجين ـ الرباعي في السلاسل المتوسطة إلى صخور الكريتاسي السفلي في أطراف المحيط .

لقد تم في قاع المحيط الهندي اكتشاف فلزات الكاستيريت (اندونيسيا ، ماليزيا ، تايلاند) ، ايلمينيت وزركون (الهند ، سيزيلانكا) ، الباريت (الهند أو يتم استخراج النفط والغاز من الرصيف القاري في الهند ، في بحار مالايو وجاوة ، وإلى شمال غرب الرصيف القاري الاسترالي .

المحيط الهادي

هو أكبر محيط على سطح الكرة الأرضية تبلغ مساحته مع البحار ١٧٩,٧ مليون كيلومتر مربع أي ثلث مساحة الكرة الأرضية تقريباً . تمتد حدود التقويمات اليومية في المحيط الهادي حسب خط طول ١٨٠ْ .

إن دراسة المحيط بدأت متأخرة إلى حد ما بالمقارنة مع المحيطين الأطلسي والهندي . وقد لعبت الرحلات البحرية التي ذكرناها خلال القرون XVI - XVIII دوراً كبيراً من هذه الناحية ـ ف.ماجيلان (١٥٢٠ ـ ١٥٢١) ، ف.دريك (١٥٧٨ ـ ١٥٧٩) ج ـ كوك (ثلاث رحلات ١٧٦٨ ـ ١٧٧٩) ويستحق الذكر أيضاً إبحار أوردينيت (١٥٦٥م) و أ.تاسمان (١٦٤٢ ـ ١٦٤٣) .

أجرى الباحثون الروس دراسات في الأجزاء الشمالية الغربية من المحيط . وفي عام ١٦٤٨ اكتشف س.ي.ديجنيف خليج بين آسيا وأمريكا وتم في أواسط القرن السابع عشر انشاء مستوطنة أخوتسنك الروسية على شواطىء بحر أخوتسك . كانت هذه المستوطنة نقطة ارتحال في رحلات ف.ي.بيهرنغ الكامتشكي الشهيرة في ١٧٢٥ ـ ١٧٣٠ و ١٧٣٣ ـ ١٧٤٣ عندها ولأول مرة يتم وبشكل دقيق رسم الحدود الشمالية للمحيط . ومنذ هذا الزمن بدأت السيطرة الروسية على الجزء الشمالي من المحيط الهادي والاسكا .

استطاع التجاران الروسيان غ.ل.بريبيلوف (١٧٨٦ ـ ١٧٨٨م) وغ.ي.شيليخوف من

تحقيق عدة اكتشافات فقد قام الأخير في عام ١٧٧٥ بتنظيم أول شركة تجارية لاستغلال خبرات المنطقة وقد لعب مؤسس المستوطنات الروسية في أمريكا اميريك الكسندر اندريفتش بارانوف (١٧٤٦ - ١٨١٩) دوراً كبيراً في استيعاب ودراسة الاسكا والجزر الشمالية في المحيط . وفي عام ١٨٦٧ باعت الحكومة الروسية الآسكا والجزر القريبة إلى الولايات المتحدة الأمريكية .

قام ي.فكروزينشتيرين ويو .ف.ليسيانسكي خلال رحلتهما البحرية حول العالم عام ١٨٠٤ - ١٨٠٦م بإجراء بحوث علمية هي الأولى في المحيط الهادي ، ثم تابع ف.ف. بيلينسني وم.أ.لازاريف ١٨١٩ - ١٨٢١م و و.ي كوتسيبو ١٨٢٣ - ١٨٢٦ م هذه المهمة بنجاح . وقد اتسمت بالأهمية أيضاً رحلات غ.ي.نيفيلسكي الملاحية الذي أسس على الأطراف الشرقية الروسية مجموعة من المستوطنات بما فيها نيكولايفسك في أتور .

أما الدراسات العلمية المتكاملة لهذا المحيط فلم تبدأ حتى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين .

فقد تم إجــــراء بحـــوث على متن السفن : « فتياز ١٨٨٦ - ١٨٨٩م ، «الباتروس ١٨٨٨ - ١٩٠٥م» « تشيلينجر ١٨٧٤ - ١٨٧٦م » ، « ديسكفري .. II ١٩٢٩ - ١٩٤١م»

أما البحوث العلمية الأكثر جدية للمحيط وقاعه وجيولوجيته فقد بدأت بعد الحرب العالمية الثانية ومن الجدير ذكره أن عينات الدراسة كانت تؤخذ أيضاً عن طريق الحفر العميق من السفينة « غلومار تشيلنجر » وتقوم في الوقت الحاضر عشرات السفن فوق المائية وتحت المائية ومن مختلف أقطار العالم بإجراء دراسات علمية مفصلة للمحيط . يرتبط الاهتمام بهذه البحوث بالخيرات الكبيرة المتوضعة على قاع المحيط وفي أعماق القشرة الأرضية .

تمتد السلسلة الجبلية المحيطية الوسطى من المحيط الهندي في المحيط الهادي حيث تنكشف على شكل نهوض المحيط الهادي الجنوبي . يمتد النهوض على شكل تحدب ضعيف إلى جنوب شرق القوس الذي يمتد حوالي ٦٠٠٠كم وعرضه ٨٠٠ - ١٢٠٠كم . تلاحظ الوهدة الانهدامية في الجــزء الأوسط من السلسلة فقط . يقطع النهوض عدد كبير من الفوالق العرضية ، ثم تمتد السلسلة باتجاه شمال شرق حوالي ٨٠٠كم أيضاً مقتربة من القارة الأمريكية ، وأخيراً تنضم إليها في فوهة خليج كاليفورنيا . عرض نهوض المحيط الهادي الشرقي الذي

يرتفع حتى ٣٠٠٠م يبلغ ١٦٠كم . تتميز المنطقة المحورية لنهوض المحيط الهادي الشرقي باختصار كبير لسماكة القشرة الأرضية ـ ٣,٥كم قام علماء معهد الاقيانوغرافيا(*) في اكاديمية العلوم السوفييتية لأول مرة باجراء بحوث متكاملة لمناطق السلسلة الوسطى في الجزء الشمالي الشرقي من المحيط مستخدمين الغواصة « بايسيس » ، في المكان الذي تغوص فيه السلسلة الوسطى تحت شبه جزيرة كاليفورنيا وتتقاطع مع الخليج الذي يحمل نفس الاسم . وهذا ما كتبه أ.ب.ليسيستين عن لقائهم بينبوع حار تحت مائي : « كلما اقتربت الآلة من « المدخنة » أكثر كلما ارتفعت درجة حرارة المياه على سطحها . حتى أنه أصبح هناك خطر من أن تؤثر الحرارة العالية وتصهر المواد البلاستيكية وتؤذي الخرطوم المطاطي وحبال الغواصة « بايسيس ».

سرنا نحو الوهدة في منخفض فوايماس الذي يقع في خليج كاليفورنيا بشكل متواز على متن آلتين مختلفتين . وضحت أمامنا لافا بازلتية مشققة تدور فيها المياه التي ما زالت مستمرة منذ آلاف السنين . تستخلص المياه المعادن من البازلت وتطرحها على سطح الينابيع الحارة التي تتجمع بالقرب منها خامات الزنك ، النحاس ، الرصاص وغيرها من المعادن .

تمّ تعليق الغواصتين على ارتفاع عدة مئات الأمتار فقط فوق قاع المحيط بينما كانت سماكة المياه فوقها حوالي كيلو مترين لقد تكشف أمام نظر العلماء ردهات غريبة الشكل : حفر وسلاسل محيطية . كانت سلسلة الينابيع الجيوحرارية شبيهة بالأبراج ، تساوي بارتفاعها عمارة ذات طوابق كثيرة تنسكب من الفوهات محاليل تبلغ حرارتها ٣٥٠° . بدا كما لو أن أنابيب أفران تعمل على قاع المحيط ، كان « دخانها » يرتفع ١٥٠ ـ ٢٠٠م مشكلاً ما يشبه الغيوم وبالطبع لم يكن من السهل خلال هذه الظروف الاقتراب بالغواصة من هذه المدخنة » .

تعيش على قاع المحيط كائنات غريبة مشكلة « بالقرب من الينابيع خمائل بيضاء حقيقية ، وهي عبارة عن كائنات حيوانية غريبة البنية تشبه من الناحية الخارجية أنابيب مرنة بيضاء طولها حوالي مترين وقطرها ٤ ـ ٥سم ومن الطريف أنه ليس لها فم ولا جهاز هضمي بينما تقوم خلاياها الخاصة بالدور اللازم لتغذيتها على حساب التركيب العضوي للمواد . يقدر عمر هذه الكائنات تحت المائية مئات ملايين السنين .

وحسب شهادة العلماء الأمريكان أنهم استطاعوا أن يكتشفوا بالقرب من الينابيع الحارة باكتريات تستطيع العيش في المياه التي تصل حرارتها ٢٥٠م° « تعتبر المياه في درجات الغليان

(*) الاقيانوغرافية : علم المحيطات وظواهرها ـ المترجم ـ

العادية باردة بالنسبة لهذه البكتريات ... والحقيقة أن البعثة العلمية الأمريكية لم تستطع أن تثبت صحة هذه المعلومات .

لقد تمكنوا من على متن « بايسيس » أن يروا بأم أعينهم كيف تجري عمليات تشكل فلز السولفيد في الحفريات تحت المائية في القاع وهو عبارة عن اتحاد الحديد والكبريت . وقد استطاعوا بمساعدة الأجهزة المتطورة أخذ عينات من المحاليل الحارة والغازات والمعادن . وقد تبين أن توضعات السولفيد موجودة في كل السلسلة الوسطى .

تخيل أن تكون هذه السلسلة مشادة من السولفيد خمسها الأساسي مغطى برسوبيات رخوة لكن إذا عزلنا هذه الرسوبيات فيعادل ارتفاع هذه الينابيع الجيوحرارية ارتفاع برج أوستانكينسك ٤٠٠ ـ ٥٠٠م ! كانت منطقة جبل السلسلة المحورية هوان دي فوك ضمن مجال أبحاث الينابيع الحارة والخامات حيث تمكنت البعثة من رسم خرائط أعماق نادرة لهذا الجزء من السلسلة الوسطى . لنتذكر أن قمة الجبل المحوري على شكل مقلاة عميقة تملأ اللافا الجزء المركزي وهذه نفسها تشكل بنية غريبة الشكل فبعضها يشبه شكل رتل من الردهات وبعضها الآخر يشبه شكل معبد بوذي قديم وحولهم صبة كثيفة من البلانكتون .

سجلت محطات الرادار في خليج كاليفورنيا وجود مشاكل غازية على أعماق كبيرة . تندفع هذه الغازات حتى ارتفاع ٢٠٠ ـ ١٠٠٠م فوق القاع . إن هذه المقذوفات الغازية لا تصل إلى سطح مياه المحيط وتعتبر المشاعل الغازية هي بداية تشتت الغيمة الغازية في المياه .

يزداد عمر الرسوبيات كلما ابتعدنا عن الجزء المركزي في السلسلة الوسطى التي تتألف من توضعات نيوجينية رباعية بالتدريج من الباليوجين في الجنوب وحتى الجوراسي الأسفل في شواطىء آسيا .

إن السلسلتين الجبليتين الوسطى الجنوبية والشرقية في المحيط الهادي تمتدان بشكل غير متجانس وكأنهما تلتصقان بالأجزاء الجنوبية والجنوبية الشرقية من المحيط . ويمتد منخفض بيللينسغاوزينا إلى الجنوب من سلسلة المحيط الهادي الجنوبية وحتى القطب الجنوبي وأطرافه تحت المائية . وتبلغ أبعاد هذا المنخفض ١٦٠٠ × ٥٠٠٠كم والعمق الأعظمي يصل حتى ٥٤٠٠م . إلى الجهة الثانية من سلسلة المحيط الهادي الجنوبية يقع المنخفض الجنوبي للمحيط الهادي . تعتبر سماكة وبنية قشرة المنخفض الجنوبي محيطيتين نموذجيتين . أما سماكة الطبقة الرسوبية فتبلغ عدة مئات الأمتار .

توجد مجموعة كاملة من سلسلة براكين منغمسة تمتد على مستوى جزيرة باسخا من نهوض المحيط الهادي الشرقي في اتجاه شمال غرب . تقسم منطقة النهوض هذه الجزء الشرقي من المحيط إلى منخفض شمالي شرقي ومنخفض جنوبي غربي ويحمل أكبر نهوض اسم الأكاديمي ن.س.شاتسكي ويعود عمر القشرة الأرضية في المنخفضين إلى الجوراسي والكريتاسي الأعلى . ويتميز المحيط الهادي بشكل عام بتطور قشرة محيطية نموذجية بسماكة تصل أحياناً إلى ٣,٥كم . وتتميز بعض البحار في الأطراف على سبيل المثال اخوتسك بقشرة من النوع القاري . وتصادف أكثر البنيات تعقيداً في الجزء الجنوبي الغربي من المحيط قارات صغيرة جداً ، وهي قطاعات صغيرة من القشرة القارية تحيط بها القشرة المحيطية .

ويعتبر تطور الأقواس على شكل جزر والميازيب المائية العميقة في الأجزاء المحيطية من أهم الصفات التي تميز المحيط الهادي . والجزر هي عبارة عن نهوضات ذات قمم وسفوح تمتلىء بعدد كبير من المخاريط البركانية . ترتفع بعض المخاريط فوق مستوى البحر مشكلة سلسلة من الجزر . وتعود أكثر البراكين الحديثة النشطة في الأرض (حتى ٨٠٪) إلى الأقواس الجزرية .

يعتبر ازدياد سماكة القشرة الأرضية بشكل كبير صفة أساسية لبنية الأقواس الجزرية وذلك بفضل الطبقات الغرانتية والبازلتية في هذه المناطق .

تمتد على طول الأقواس الجزرية ، عادة من جهتها الخارجية (المتجهة نحو المحيط) ميازيب مائية عميقة (حتى ١١كم) .

تكون الميازيب عادة غير متناظرة فتكون سفوحها من جهة الأقواس الجزرية أكثر ارتفاعاً وأشد انحداراً .

سماكة الرسوبيات في الميازيب لا تتجاوز غالباً عدة مئات الأمتار بينما تغيب في بعض الأمكنة نهائياً . وبالتحديد على طول الميازيب المائية العميقة يلاحظ في أكثر الأحيان تبدل القشرة الأرضية من النوع القاري إلى المحيطي .

لايوجد حتى الآن وجهة نظر موحدة حول منشأ المحيطات ونوعي القشرة الأرضية ـ القاري والمحيطي ، وقد طرحت فرضيات كثيرة مختلفة . ويمكن تقسيم وجهات النظر المطروحة إلى ثلاث مجموعات .

تؤيد غالبية العلماء في السنوات الأخيرة فرضية التكتونيك الكروي الجديد « التي تم شرح

طروحاتها الأساسية : حسب رأي مؤيدي هذه الفرضية ر.ديتسا و ج.هولدين ، وجدت منذ حوالي مئتي مليون سنة خلت قارة موحدة ضخمة بانغيا يحيط بها محيط ذو خليج يدعى تيتس في مكان البحر الأبيض المتوسط حالياً وفي زمن الترياسي تقريباً وبفضل التحرك الأفقي انشطرت قارة بانغيا إلى قارتين : شمالية ـ لافرازيا وجنوبية غوندفانا ثم تابعت الصفائح حركتها وتكسرها حتى أخذت شكلها التي هي عليه الآن في نهاية الميزوزوي .

تنطلق مجموعة وجهات النظر الثانية من تصور بدائية القشرة الأرضية المحيطية . وطبقاً لوجهة النظر هذه ينظر إلى القارات والقشرة الأرضية القارية كنتيجة لتطور القشرة الأرضية المحيطية وقد حدث تطور القشرة الأرضية من خلال تشكل الجيوسينكلينالات . في مناطق انغماس أو تعمق القشرة الأرضية وتراكم سماكات رسوبية كبيرة حصلت إعادة معالجة للقشرة الأرضية من محيطية إلى قارية وقد تطورت القارات على حساب انزياح النوى القارية التي حدثت سابقاً نحو الأطراف لكل المناطق الجديدة التي تعرضت للتجعدات ثم للتراص . طرح وجهة النظر هذه في الخمسينات ب.ن.كروبتكين (الذي غير وجهة نظره فيما بعد) ، ج.فيلسون والكثير غيرهما من العلماء .

انصار مجموعة وجهات النظر الثالثة ف.ف.بيلو أوسوف (١٩٧٥) ، يو.م.بوشاروفسكي ١٩٧١ وغيرهما ينطلقون من وجهة نظر مناقضة تماماً ـ تحول القشرة القارية إلى محيطية . يعتبر المحيط الهادي تبعاً لوجهات النظر هذه ذا منشأ أولي أي وجد منذ البداية ، بينما كل المحيطات المتبقية وكذلك البحار العميقة حدثت كتشكل ثانوي في مكان قارات قديمة وكانت العملية الأساسية هي باتجـاه تحـول القشرة القاريـة إلى قشـرة محيطيـة . نسب بعض الباحثين (غ.شتبلي ١٩٦٤) المحيط المتجمد الشمالي إلى التشكل الأولي وبعضهم نسب المحيط الأطلسي .

لكل مجموعة من مجموعات الفرضيات هذه جوانبها الجذابة ولكن فيها أيضاً نقاط ضعف ـ ظواهر ملاحظة لم تعطيها تفسيراً . ويتطلب من العلماء الكثير من العمل والجهد لكي يصلوا إلى نظرية أكيدة لتشكل القارات والمحيطات وإذا أخذنا بالحسبان التقدم العلمي الهائل الذي حصل في السنوات الأخيرة فيمكننا القول إن حل هذه المسألة ليس مستحيلاً .

صرخة استغاثة

إن لكل أرض جمالها الخاص الذي لايتكرر لكن علينا أن نرى هذا الجمال نسمعه ونحس به ، لم يكن نشاط الانسان يؤثر بشكل محسوس على الوسط المحيط حيث كان يتطور بشكل هرمي مع هذا الوسط ، ولكن مع تغير النظم الاجتماعية وازدياد عدد السكان وتغير التشكيلات الاجتماعية ومع تقدم الثقافة والتقنية وازدياد الحاجة إلى الطاقة وهكذا .. تحول الانسان إلى عامل جبار في إعادة تشكل الوسط المحيط والحالة البيئية .

لقد استطاع الانسان أن يكون قادراً على التدخل في بعض العمليات الجيولوجية ولم يخلو نشاطه من أثر ضار بالنسبة للطبيعة . لننظر مثلاً إلى سهول الدون ، حيث توجد على السطوح المتموجة اعداد كبيرة من القمم المدببة للنفايات التي تصدر عنها رائحة كبريت كريهة ، ويلاحظ هنا أيضاً تكرار عمليات الاحتراق الذاتي للكربون ، وأخيراً تشغل هذه النفايات مساحات واسعة وهي تمتص من التربة الزراعية خيراتها : تشكل المتعضيات الحية مع التربة نظام بيئي وبدون هذا النظام يصعب نشاط الانسان إلى حد كبير ، فتوجد في التربة عمليات بيولوجية معقدة ينتج عنها بنية التربة وخصوبتها وتعتبر التربة المصدر الغذائي الرئيسي للإنسان وهي كذلك مصدر لخامات متنوعة لمواد صناعية وللطاقة الحرارية ، يمكن تركيب طبقاتها الدبالية الخصبة ولكن بنيتها الأولية عملياً لا يمكن بناؤها لأنها قد تشكلت خلال آلاف السنين ووسط ظروف لا تتكرر . وهكذا تغطى هذه التربة الثمينة بنفايات تافهة .

ويحدث أيضاً تخريب كبير للأرض وفساد لطبقة التربة خلال استخراج الثروات الطبيعية بالمقالع المفتوحة . ما أعظم الدور تلعبه ثقافة كل انسان ويحسن تصرفه في الحفاظ على الوسط المحيط . لنأخذ على سبيل المثال آبار النفط في شبه جزيرة ابشيريا . كل ما حول الآبار القديمة والعاملة مغطى بالنفط ، وكذلك فإن الأحواض المائية الصغيرة مغطاة بغشاء أو حتى طبقة سميكة من النفط ولا تستطيع الطيور المتعبة المارة في فصل الخريف أن يتصرب في مثل تلك الأحواض المائية حيث لايعود باستطاعتها الطيران وتهلك حتماً . لوحة مماثلة يمكن مشاهدتها أيضاً في بشكيريا وكذلك وللأسف في سيبيريا الغربية . لكن هل تلك الأوساخ والبقع النفطية لابد منها خلال استغلال المكامن النفطية ؟

لننتقل إلى كاليفورنيا حيث يعرف هنا عدد من المكامن النفطية لنأخذ على سبيل المثال سانتا - في . وهي منطقة مكامن قديمة ، حيث تنتصب الأبراج النفطية في وئام وسط الكثير من بساتين الحمضيات . إن مناطق التصريف الصغيرة مسوجة ومعزولة وفي كثير من حدائق الزهور لاتوجد قطرة نفط واحدة في أي مكان فلا يوجد هنا أي أثر سيء للصناعة على الوسط المحيط .

مثال سلبي نجده في بريكاسبي الشمالي حيث تم اكتشاف مكمنين : غازي في استراخانسك ونفطي غازي في تنفير محتوى كبريت الهيدروجين في الغازات يزيد على ٢٠٪. وكما هو معروف أن كبريت الهيدروجين ليس ذا رائحة كريهة فقط ولكنه سام جداً أيضاً ، وإذا لم يكن السد محكماً بشكل جيد فإنه ينتشر بسرعة على مساحة واسعة وقد اكتشف هذا الغاز السام خلال بعض الأعطال على بعد مئات الكيلومترات وإن سكان القرى المجاورة الذين يستنشقونه لايستطيعون فتح النوافذ ولا حتى في الليل .

وتسبب نفايات المصانع الكيميائية في بعض الأحيان حوادث مؤسفة . ففي الثالث من كانون الأول عام ١٩٨٤ في بهوبال (الهند) وبنتيجة لتسرب الغاز من أحد المصانع الذي ينتج المبيدات قتل أكثر من ٢٠٠٠ شخصاً وأكثر من مئتي ألف تضرروا أو أصيبوا بالعمى .

وفي المكسيك في عام ١٩٨٤ حدث انفجار لصهريج غاز مائع فتسبب في قتل ألف شخص وجرح عدة آلاف من السكان .

ولكن القضية ليست في الحوادث التي كتب عنها الكثير وإنما في تلوث الجو المستمر والذي لاينقطع والذي يعاني منه قبل كل شيء الانسان نفسه . ففي كل سنة يتراكم في الجو حتى ٢٠ مليار طن من حمض الكربون ، ٠,٥ مليار طن من أكسيد الكربون وذلك نتيجة عملية تنفس العضويات الحية والعفونة والثورات البركانية وبشكل رئيسي من جراء احتراق الطاقة الحرارية العضوية (٩ - ١٠ مليار طن في السنة) .

من المعروف أن الغابات التي تنتشر في الكرة الأرضية و بشكل رئيسي في المناطق الاستوائية تعيد تشكل غاز Co_2 فتأخذ الكربون لبناء كتلتها وتطرح الأكسجين في الجو ، بينما تجري في هذا الزمن عمليات قطع الغابات بشكل متسارع في أمريكا الجنوبية وهذا مايؤدي إلى كسر التوازن الغازي في الطبيعة وتحدث العملية نفسها في بلدان الاتحاد السوفييتي فالغابات في هذه البلدان أقل فاعلية في تركيب غاز الكوكب ولكنها وبفضل المساحات

الكبيرة المشغولة بالغابات تلعب دوراً كبيراً في هذه العملية ويتم في العالم كل سنة قطع أكثر من ١١ مليون هيكتار من الغابات وإذا لم تتوقف عملية إبادة الغابات الاستوائية الرطبة يمكن أن يهلك ١٠ ـ ٢٠٪ من الكائنات الحية والنباتات .

يمكن أن يؤدي الخلل في توازن الغازات في الجو إلى تعاظم كمية غاز أكسيد الكربون وتسبب هذه الحالة ارتفاعاً في حرارة الأرض (عامل الدفيئة) . ويؤدي ارتفاع الحرارة إلى ذوبان الجليديات وبالتالي إغراق أراضي الكثير من بلدان العالم . لكنه لم يلاحظ حتى الآن تغير جوهري في حرارة الأرض . ويتراوح مقدار التذبذب الوسطي لهذه الحرارة في حدود درجة مئوية واحدة . ويمكن أن يكون السبب في هذا هو تلوث الجو الذي يعيق نفاذ حرارة الشمس إلى سطح الأرض ويؤدي إلى نقص الحرارة .

يتركز الجو الملوث قبل كل شيء فوق المدن الكبرى والمراكز الصناعية وهذا ما يمكن التأكد منه بالعين المجردة إذا نظرنا إلى مدينة موسكو من منطقة جبال فوروبييف حيث يمكن ملاحظة هذه الظاهرة بشكل خاص في النصف الثاني من النهار . تشير احصائيات مدينة موسكو ومركز المدينة أن مجموع مواد النفايات التي تسبب تلوثاً في الجو بلغ في عام ١٩٨٨م أكثر من ١١٣٠٠٠٠ طن !! منهم ١٠ ـ ١٥٪ يأتي من وسائط النقل في المدينة . وإلى هذا الرقم يجب إضافة الزيادة المستمرة للنشاط الاشعاعي في المدن على حساب الادخال غير العلمي للخامات المشعة وقبل كل شيء المحروقات ـ الفحم المشع . ولم تخلو المحطات الكهربائية الذرية المجاورة أيضاً من الضرر فخلال انتقال النظائر المشقة حتى ولو كانت في الحدود الطبيعية إلى الوسط المحيط يمكن أن يحصل لها تراكم غير خال من الضرر .وتعتبر الحوادث التي تحصل في المحطات الكهربائية الذرية هي أخطار حقيقية جدية تترافق بنشر عناصر نشطة اشعاعياً . وبغض النظر عن تأكيد العلماء بأن حصول تلك الحوادث نادر جداً ، فقد تم تسجيل عدة حوادث في (بريطانيا والولايات المتحدة) لكن أكبر حدث على الاطلاق حصل في شهر نيسان من عام ١٩٨٦م في المحطة الكهربائية الذرية في تشيرنوبيل . وحسب احصائيات اللجنة الدولية في الوسط المحيط من عام ١٩٨٤ حتى ١٩٨٧ يعتبر هذا الانفجار أحد أكبر ستة حوادث تراجيدية متعلقة بالوسط المحيط . وبغض النظر عن محاولات وسائط الاعلان التخفيف من نتائج هذا الانفجار إلا أن الرياح نقلت الجزيئات المشعة حتى وصلت إلى شمال النرويج وغرب ألمانيا الغربية وهطل المطر الاشعاعي عملياً في كل أوروبا وكلما ابتعد زمن حصول هذا الحدث كلما اتضح كبر حجمه . وبعد مرور أربعة أعوام تم نقل أكثر من

١٢,٠٠٠ شخصا من منطقة التلوث . إن الحقيقة تدعو إلى الأسف الشديد ألم يكن من الممكن نقلهم قبل أن تتراكم في أجسادهم جرعات اشعاعية محددة ؟ .

إن الحوادث التي حصلت أيقظت بعض البلدان (على سبيل المثال الولايات المتحدة الأمريكية) فإما إنها رفضت بناء محطات كهربائية ذرية أو أنها جمدت هذا العمل أما في الاتحاد السوفييتي فإنهم استمروا في بناء وتصميم هذه المحطات بما في ذلك في المناطق الخطرة تكتونياً لكن اعتراض العلماء والكتاب والمعارضة الحادّة للسكان المحليين أدى إلى عدم بناء هذه المحطات في المناطق السيسمية الخطرة منتظرين إيقاف المحطات العاملة في أرمينيا أيضاً .

إن معظم أنهار الجزء الأوروبي من الاتحاد السوفييتي وسيبيريا ملوثة على الرغم من كل القوانين التي تحد من هذه العملية . الكثير من المصانع في موسكو يري بشكل سري أو علني النفايات في النهر - في الشتاء من أجل تنظيف الشوارع من الجليد والثلوج يستخدمون مواداً كيمياوية تسبب تلوثاً دون قيود . وبالنتيجة تقع الحياة في مياه الأنهار في خطر . يستطيع الأنهار والأحواض المائية أن تغسل نفسها ولكن كميات النفايات التي ترى فيها تفوق بمرات كثيرة استطاعتها . وفي عام ١٩٨٩ انفتحت ثغرة في المنشآت في أورال فعاقت آلاف الأسماك الفضية نحو نهر فولغا ذلك النهر الروسي العظيم النهر الذي اتسم بالمجد والاساطير والشعر .

في الفولغا : لمن صوت الانين الهادر
فوق ذلك النهر الروسي العظيم ؟

لمن؟ بالطبع إن هذا النهر العظيم يتألم أما الناس سيتألمون فيما بعد فقد دعت الحاجة إلى بناء شلالات لمحطات كهربائية على الفولغا وغمرت الخزانات المائية ملايين الهكتارات من الأراضي الخصبة جداً وغمرت مياه النهر المروج فمنذ سالف الزمان والانسان يحرص من الفياضانات على الأراضي التي يعتبرها المعيلة له . ولكن كل شيء قد غمر بالمياه وأصبح في القاع ولم تهلك الأراضي المغمورة فقط ولكن أيضاً مساحات هائلة حولها فقد ارتفع مستوى المياه الجوفية مما أدى إلى تملح عشرات ومئات آلاف الهكتارات أو تحولها إلى مستنقعات ولكن أيمكن لري الأراضي الأخرى إن يغطي ولو مادياً الخسارة ! لا هذا غير واضح ! فخلال السقاية دون صرف فقط ٢٠ - ٣٠٪ من الأراضي المروية تصبح خصبة . أما الجزء الباقي فيهلك نتيجة عمليات السمنتة وضياع البنية وازدياد القلوية والتملح الثانوي ، وبالمناسبة إن هذه اللوحة موجودة أيضاً في آسيا الوسطى ، فيما وراء القفقاس ، في إيران ، في الهند ، في الباكستان و

في جمهوريات أفريقيا .

لكن ماذا عن الأسماك ؟ ماذا عن هذه الأسماك التي يطعمها نهر فولغا ليس فقط للناس الذين يعيشون على ضفافه ولكن أيضاً لنصف أوروبا ؟ لقد اعترضت هذه السدود المبنية طريقها أما قنوات الصرف لمرور الأسماك إما أنها لم تبن نهائياً أم أنها بنيت بشكل متأخر جداً.

إن هذه اللوحة نفسها موجودة في المحطات الكهربائية السيبيرية « فبحر » اركوتسك هو بحر ميت كانت تحفظ فيه سابقاً غابة حية أما الآن فيؤدي فسادها إلى تسمّم الماء . وماذا عن فولغا أيضاً ؟ إنه يتحول إلى مجموعة مستنقعات وخزانات مياه متعفنة ومن هنا أتت صرخة استغاثة . لكن هل تنجح النجدة ؟ على ما يبدو أن الكثير من العمليأت غير قابلة للعكس .

إن اللوحة لا تقل ظلمة في البلدان الأخرى فالكثير من أنهار الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا الغربية تحولت إلى سيالات مائية . وأكثر من عانى من هذه الحالة الراين ، الذي ترمى فيه نفايات صناعية وغذائية فمن مدينة بون فقط يرمى حوالي ٦٥ ألف متر مكعب من النفايات كل سنة ويجلب إليه رافدة ايمز من منطقة رورسك حامض الكربوليك . أما في الولايات المتحدة فالأنهر ملوثة بشكل كبير . على سبيل المثال في نهر بوتوماك تصل سماكة النفايات على القعر في بعض الأمكنة ثلاثة أمتار ، والحالة الصحية تسوء أكثر في بلدان أخرى أيضاً وكل هذا يؤدي إلى ازدياد الأمراض المعدية وللمعويّة وحسب التعبير الدقيق : « نحن لايمكننا انتظار عطف الطبيعة ، بعد كل هذا الذي فعلناه بها » .

هناك نقص في المياه العذبة في العالم وخاصة النظيفة وفي نفس الوقت يوجد احتياطي كبير منها بشكل مباشر في الجليديات وفي البحيرات العذبة . أصبحت الحالة صعبة جداً في البحيرات العظمى في الولايات المتحدة ، فبحيرة ايرا تحولت عملياً إلى حفرة نفايات وذلك بسبب الكميات الهائلة من النفايات التي ترمى فيها . في الاتحاد السوفييتي توجد مجموعة كاملة من بحيرات المياه العذبة بما فيها أكبر بحيرة باحتياطي المياه في العالم وهي بحيرة البايكال وعداها ايسك ـ كول ، سيفان وغيرها ، إن الحالة البيئية خطيرة في مناطق هذه البحيرات . إن الصراع من أجل نظافة البايكال مستمر منذ عشرات السنين . ومن أجل الحفاظ عليها صدر العديد من الحلول الحكومية ولكن التلوث واضطهاد الحيوانات ما زال مستمراً . وبعد الكثير من النقاشات الحامية والاعتراضات تحول الملوث الأساسي ـ معامل الورق إلى انتاج أشياء أخرى ـ صناعات خشبية .

وقد سبب غياب معدات التنظيف أيضاً حالة توتر في البحيرة الجبلية العالية ايسيك ـ كول وأحداث محيرة حصلت في بحيرة (سيڤان) حيث ولانقاذ البحيرة من التبخر تقرر خفض مستوى المياه من أجل هذا وعن طريق التفجير ثم إحداث صدوع في الينابيع الآتية من بحيرة نهر رازدان حيث نفرت منها المياه الآتية من البحيرة . لقد انخفض مستوى المياه ١٩م . البحيرة تموت وتوجد هنا أيضاً صرخة استغاثة .

هل يمكننا عموماً حماية الأنهار والبحيرات والحفاظ عليها من أجل الأحفاد وماذا يلزم لذلك ؟

لنقدم للقارىء مثالاً شيقاً جداً : البحيرة (بيڤا) هي أكبر بحيرة في الجزر اليابانية تبلغ مساحتها ٧١٦كم٢ أي أصغر بكثير من بحيرة سيفان . يعيش في حوض بيڤا أكثر من ١٢,٠٠٠٠٠٠ نسمة بينما لايزيد سكان حوض سيڤان من ٢٠٠,٠٠٠ نسمة . لكن بيڤا بحيرة نظيفة وسيڤان وسخة لايصل إلى بحيرة بيڤا ولا حتى غرام واحد من الأوساخ ولا قطرة من مواد التنظيف الكيمياوية ، والقضية هي أن سكان الحوض يحافظون على نظافته وحمايته . وجزء كبير من هذا العمل يقع على عاتق ربات المنازل ، حيث تتلقى النساء في المدارس دروساً نظامية خاصة « حماية بيڤا » ولا أحد يخالف هذه النظم التي أخذها طوعياً على نفسه لحماية البحيرة .

وبما أننا نتكلم عن البحيرات لنتذكر كذلك إحدى البحيرات الحزينة ـ بحر آرال ذلك المكان الذي لم يعد يسمع فيه صرخة استغاثة وإنما فقط أنات الذين يموتون . نعم ، هذه البحيرة العظيمة تموت . إن أعمال الري الزراعية تتم على ضفافه منذ ألفي عام . وحتى عام ١٩٦٠ كانت مساحة البحر حوالي ٦٨,٠٠٠كم٢ وحجم المياه حوالي ١٠٦٢كم٣ . أدت أعمال الري الشديدة واتجاه كمية المياه العظمى نحو قناة تركمانيا الرئيسية إلى « تجويع » نظام آرال وهبوط مستواه بشكل مفجع . وهكذا حتى عام ١٩٨٤ انخفض مستوى آرال عشرة أمتار واختصرت مساحته ٢٠,٠٠٠كم٢ ، بينما ارتفعت ملوحة المياه من ١١ حتى ٢٠ غ/ل. وبالعلاقة مع هذا تغير تركيب الأحياء المائية القاطنة فيه ، اختفت أسماك المياه العذبة . حتى عام ١٩٨٥ انقسم البحر عملياً إلى حوضين مائيين . كبير وصغير ومنذ هذا الزمن توقف صب المياه العذبة من أمودار .

اعترف مجلس السوڤييت الأعلى في الاتحاد السوڤييتي في تقريره ١٩٨٩/١١/٢٧ أن حالة البيئة في البلاد مقلقة . وفي بعض الأمكنة محرجة وقد بين أن الحالة في منطقة بحر آرال

خرجت عملياً من دائرة تحكم الانسان . بينما مازالت حالة التوتر موجودة في المناطق المتضررة من حادثة تشيرنوبيل وتصل حدود هذه الأزمة البيئية إلى دونباس . أورال ، كوزباس ، بريد نيستروف ، حوض الفولغا وبحيرات سيفان ، ايشبك ـ كول ، بلحاش ، لادجا وبحر أوزوف والبحر الأسود وبحر البلطيق وبحر قزوين ومجموعة أخرى من المناطق . يجب التسريع في اتخاذ إجراءات عاجلة للحفاظ على البيئة في حوض البايكال ، أوب وأمور ويشير التقرير أيضاً إلى الحالة الجوية غير المناسبة للمحيط فأكثر من مئة مدينة بمجموع سكان حوالي خمسين مليون نسمة تجاوزت في أجــوائها نسبة تركيز المواد السامة الحدود المسموح بها بعشرات المرات وأكثر : تنمو حجوم النفايات الصناعية السامة التي يأتي جزء كبير منها من تراكم نفايات المواد الحياتية ، لا توجد طريقة نوعية تؤمن تنظيف السيالات المائية بشكل جيد ويلاحظ تلوث خطير للمياه الجوفية .

تمّ في التقرير المذكور استدراك وجوب الأخذ بسلسلة من الإجراءات الضرورية جداً ابتداء من انشاء نظم مؤتمتة للتحكم بحالة الوسط المحيط بما في ذلك استخدام وسائط الطيران الجوي ووضع مجموعة من القوانين من أجل الحفاظ على الطبيعة والاستخدام العقلاني للعالم النباتي وكذلك وضع قانون حول الاستخدام الأمين للطاقة الذرية والنووية . وقد تم استدراك وجوب بناء منشآت لمعالجة النفايات الصناعية والحياتية والدفاع عن الوسط الهوائي والمائي للأرض ، رفع خصوبة التربة ، انتاج مواد غذائية من بيئة نظيفة ، إعادة انشاء وزراعة الأنواع النادرة المدونة في الكتاب الأحمر للاتحاد السوفييتي والكتب الحمراء لجمهورياته واقتراح عرض مسابقة لتقديم مشروع لاعادة بناء بحر آرال . عند ذلك يمكن من جديد أن تنتعش فكرة نقل جزء من المصارف المائية في الأنهر الشمالية لتروي المناطق القاحلة في آسيا دون أن تلحق ضرراً بالبيئة أو أن تغرق الأراضي الخصبة وكذلك دون أن تحدث ضرراً بالتطور الاقتصادي وتغير مناخ سواحل المحيط المتجمد الشمالي .

لقد أثر نشاط الانسان بشكل كبير على المحيطات العالمية على الرغم من امتداداتها الهائلة . إن المحيطات والبحار التي تشغل ٧٠٪ من سطح الكوكب تلعب دوراً حاسماً في منظومة تأمين الحياة وتنظيم المناخ وهي مصدر الرطوبة ومكان تراكم الدفء . لقد أصبحت المجتمعات العالمية على طريق الحل الموحد لمسائل البيئة . وهكذا فخلال زيارة رئيس الاتحاد السوفييتي إلى ايطاليا في تشرين الثاني ـ كانون الأول ١٩٨٩ تمّ توقيع مذكرة مشتركة حول التعاون في نطاق الوسط المحيط . هناك حالة بيئية مشابهة في خليج فنلندة وهور ڤينيتسيا . كلا هذين

الحوضين يختنق من نفايات المدن الكبرى وحياة الأحواض المائية في خطر .

إن المذكرة المشتركة تستدرك تبادل المعلومات في مجال الحفاظ على البيئة وتقترح أعمالاً مشتركة في مجال حماية المياه الداخلية والشواطىء البحرية وطرق التنظيف البيولوجي لها . وحسب تصريح صحفي جريدة الأنباء (أزفيستيا) ف.لوكينسكي تشمل المذكرة التعاون بين علماء البلدين على أساس محطة علم الحيوانات في نابولي وهذه هي إحدى أقدم المحطات وقد أسسها العالم الألماني ا.دورن برأسمال روسي وبالتعاون مع علماء روس أمثال ميتشنيكوف ي.ي، كوڤاليڤسكي أ.ف ، شيڤياكوف ف.ت. ، كولتسوف ن.ك. وغيرهم وهذه المحطة معدة للأبحاث بشكل ممتاز .

إن ثروات البحار الحية مهددة بالخطر هذه الأيام نتيجة لاستغلالها الزائد وتلوث الوسط المائي ونشاط الانسان الاقتصادي ، ويلعب دوراً سلبياً بشكل خاص رمي الفضلات الكيميائية في البحار وبالدرجة الأولى النفط والمنتجات النفطية . وتبلغ كمية هذه المواد وسطياً كل سنة حوالي ١,٥ مليون طن . وتترك الحوادث التي تحصل في ناقلات البترول آثاراً قاسية أيضاً . أحد أكبر هذه الحوادث حصل بالقرب من شواطىء الاسكا في ٢٤ آذار ١٩٨٩ ، فقد اصطدمت ، ناقلة نفط « ايكسوف فالديز » بالصخور مما أدى إلى سيلان آلاف أطنان النفط في البحر . وصلت مساحة البقعة النفطية في البداية إلى ١٣٠كم٢ وقد تضررت عشرات الكيلومترات من الشاطىء ووجدت كميات هائلة من الأسماك والفقمات والطيور الميتة .

ومنذ زمن ليس بعيداً تم إجراء تجارب ذرية في المحيطات وتحفظ الآن هناك بشكل سري أو علني نفايات ذرية وغيرها من المواد السامة في أوعية (مأمولة أو آمنة) . ويمكن أن يعتبر أن هذه هي عبارة عن قنابل ذريّة أجلت فعاليتها وهي موجهة ضد أحفادنا .

وهناك أيضاً أحد الأخطار التي تهدد كل الكائنات الحية في الأرض - ظهور ثقوب في طبقة الأوزون التي تحفظ الحياة من أشعة الشمس فوق البنفسجية القاتلة . تمت ملاحظة هذه الثقوب حتى الآن فوق القطب الشمالي وقد تبين أن هناك تأثيراً حاسماً للفريون(*) على طبقة الأوزون . وبالعلاقة مع هذا تم في إطار هيئة الأمم المتحدة ابرام معاهدة للحفاظ على طبقة الأوزون .

كما نرى هناك تهديدات كثيرة للطبيعة الحية الأرض . إن الأنواع الحية في الطبيعة تختفي

(*) الفريونات : هي هيدروكبربونات مشبعة حاوية الفلور . المترجم .

بسرعة لم يعرفها العالم من قبل أبداً . إن إنشاء الحماية والكتب الحمراء هو فقط جزء من الصراع من أجل الحفاظ على الأنواع والحياة على الأرض بشكل عام . ولابد من التعاون المشترك بين جميع البلدان للحفاظ على الوسط المحيط ، وقد بدأ باتخاذ هذه الخطوة . ففي إطار هيئة الأمم المتحدة توجد خطة لمقاومة التصحر وتمّ وضع مشروع لاتخاذ الإجراءات اللازمة للحفاظ على الغابات الاستوائية . وأبرمت معاهدة لوقفت تلويث الهواء ويتطلعون الآن لخفض نفايات حموض الكبريت حتى عام ١٩٩٣ بمقدار ٣٠٪ .

في عام ١٩٨٤ تشكلت لجنة عالمية للبيئة وتطويرها حيث قدمت هذه اللجنة في عام ١٩٨٧ تقريرها إلى هيئة الأمم المتحدة « مستقبلنا المشترك » . وقد شارك في هذا التقرير مجموعة كبيرة من العلماء بزعامة غروهارل بروند تلاند (النرويج) . حيث تعرض التقرير لتحليل حالة الوسط المحيط والعمليات البيئية في الأرض . وعلى هذا الأساس صدرت توصيات لكل البلدان بشكل مفصل و لكل مجتمع هيئة الأمم المتحدة . التوصية الأساسية هي الدعوة إلى نشاط سريع .

عزيزي القارىء ـ لقد استعرضنا معك الأرض من الفضاء ، استمتعنا بعالم الفلزات الرائع وقمنا برحلات في الصحاري والجبال والبحار . وفي الفصل الأخير تعرفنا على امكانية تدخل الانسان في العمليات الجيولوجية وهي ليست دائماً موفقة ، تعرفنا على بعض المشاكل البيئية . فإذا فظهر عندك خلال قراءة الكتاب اهتمام بالجيولوجية وإذا استطعت خلال ذلك أن تلقي نظرة على الطبيعة المحيطة بعيون جيولوجي سيعتبر عندها المؤلف أنه قد حقق هدفه .



الفهرس

صادرات دار علاء الدين

* أسرار الكون
... ت. لجنة الترجمة في دار علاء الدين
* الأجسام الطائرة المجهولة
.... أ . كوزوفكين
* الجوانب الجغرافية في حماية الطبيعة
.... ت. د. أمين طربوش
* الوجيز في البيتون المسلح
.... م. فهد كنيهر
* تنفيذ الإنشاءات في دول الخليج
.... م. عودة محمد الآغا
* استصلاح الأراضي
.... ت.م. طه الشيخ حسن
* تربية النحل ومنتجات الخلية
.... عارف سالم حمزة
* الحمضيات
.... م. طه الشيخ حسن
* الزيتون
.... م. طه الشيخ حسن
* موسوعة الطيور في العالم
.... عدة علماء

* هرمونات النمو الزراعية
.... ت.م. نزار كاخي
* مغامرة العقل الأولى
.... فراس السواح
* الحدث التوراتي
.... فراس السواح
* لغز عشتار
.... فراس السواح
* دين الإنسان
.... فراس السواح
* آرام دمشق واسرائيل
.... فراس السواح
* جلجامش
.... فراس السواح

صدر من سلسلة في سبيل موسوعة علمية

* نشأة الكون حتى عصر الفضاء
.... د. عامر علي غبره
* أسرار عالم الزلازل والبراكين
.... د. عامر علي غبره

هذا الكتاب

إنه كتاب علمي رائع كتبه أحد كبار علماء الجيولوجيا في القرن العشرين (يريمنكو . ن . ا) بأسلوب مبسط وسلس . وقد مزج فيه معرفته العلمية الواسعة بمذكراته عن المهام العلمية التي قام بها كرئيس فريق بحث ، أو عضو رئيسي في هذا الفريق إلى مختلف أرجاء العالم ، فنراه مرّة في قمم جبال هيمالايا ، وأخرى في أعماق صحراء قره كوم ، ومرّة في مناطق البراكين النشطة يشهد من مسافة لا تزيد عن عشرات الأمتار مع فريقه ثوران بركان يطلق القذائف البركانية ، بينما يراقب هو وفريق عمله هذا الحدث المثير والخطر لأهداف علمية هامة .

وانطلاقاً من الفرضية التي تقول أن معرفة المركز يجب أن تبدأ من المحيط نجده يبدأ من الكون الذي يحيط بنا وينتقل إلى مجرتنا ثم إلى منظومتنا الشمسية ، ثم يتجوّل بنا في أرجاء الأرض المتنوعة ، فيعيش معه محطات رائعة ، تارة في عالم المحيطات وأخرى في الجبال ، ومثلها في الصحاري وينتقل بنا إلى عالم الصخور والفلزات المتنوع ، وما تحتويه أمنا الأرض من خيرات وثروات ، فنجد أنفسنا في كل مرّة نسير معه بسعادة مسحورين بجمالية أسلوبه ، الذي يستخدم فيه خياله الجيولوجي الواسع في شرح مبسط لظواهر ووقائع معقدة . وفي النهاية نجده يصرخ صرخة إنسان عالم مستجداً بانسانية أهل الأرض أن لا يعبثوا من خلال إطماعهم بجمالية ونعم هذه الطبيعة التي يعيشون فيها .

يفيد هذا الكتاب كافة الطلاب الدارسين في كليات الجغرافية والعلوم الفلكية والأرصاد الجوية وغيرهم من المهتمين في علم الكون .

الناشر

يطلب الكتاب على العنوان التالي :

دمشق : ص.ب : ٣٠٥٩٨

هاتف : ٢٣١٧١٥٨ ـ ٥٦١٧٠٧١

فاكس : ٢٣١٧١٥٩ ـ تلكس : ٤١٢٥٤٥